

Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ciencias Naturales

Maestría en Nutrición Humana

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE ECUACIONES PREDICTORAS DE PESO Y TALLA EN MUJERES ADULTAS MAYORES DE QUERÉTARO.

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Maestro en Nutrición Humana

Presenta:

L.N. Graciela Raya Giorguli

Dirigido por:

M.C. Diana Beatriz Rangel Peniche

SINODALES

M.C. Diana Beatriz Rangel Peniche

Presidente

M. D. Edith Yolanda Gutiérrez Vázquez

Secretario

Dr. Feliciano Milán Suazo

Vocal

Med. Guillermo Lazzano Botello

Suplente

Dra. Ma. Guadalupe del Rocío Guerrero Lara

Suplente

Biol. Jaime Angeles Angeles

Director de la Facultad de Ciencias Naturales

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval

Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Santiago de Querétaro, Gro.
Noviembre, 2011

EL PRESENTE TRABAJO SE REALIZÓ EN LA CLINICA DE NUTRICIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO EN COLABORACIÓN Y BAJO LA DIRECCIÓN DE LA M. EN C. DIANA BEATRIZ RANGEL PENICHE

RESUMEN

La desnutrición es frecuente en el anciano, su prevención y detección temprana permitirá tomar medidas que frenen el deterioro y riesgo en su salud, lo anterior requiere de un tamizaje de riesgo nutricional e idealmente obtener un diagnóstico.

Justificación: Con frecuencia las instituciones de salud carecen de equipo adecuado para realizar una evaluación nutricional confiable en sujetos con problemas de movilidad. Por lo tanto no se cuenta con información básica como estatura y peso corporal, necesarios como parte de un diagnóstico. Una alternativa es estimar indirectamente dichos indicadores con ecuaciones, mismas que deben diseñarse y validarse en el grupo de edad en cuestión.

Objetivo: Desarrollar y validar ecuaciones de predicción de peso y estatura en mujeres mayores a 60 años del Municipio de Querétaro.

Metodología: Participaron 120 mujeres, funcionalmente independientes y sin enfermedades crónicas. Se obtuvieron 15 indicadores antropométricos, mediciones realizadas por un mismo investigador. En este mismo grupo se validaron 3 ecuaciones publicadas previamente por otros grupos. En la validación de la ecuación desarrollada en esta investigación, participaron 50 mujeres con alguna patología o residentes de estancias geriátricas con o sin presencia de alguna enfermedad.

Estadística: Las variables incluidas en el modelo de regresión múltiple (step wise), se eligieron en base a: mayor correlación con la variable dependiente, poder estadístico, asociación biológica y factibilidad de medición.

Resultados: La ecuación de peso incluyó como indicadores: circunferencias de muñeca, pantorrilla, media de brazo, cintura en decúbito supino y altura talón rodilla con una R^2 de 0.816. La ecuación de estatura incluyó diámetro humeral, edad y altura talón rodilla, con una R^2 de 0.497.

Conclusiones: El error de estimación de la ecuación de peso fue de ± 3.424 kg, en tanto que para estatura fue de ± 3.16 cm. Ambas ecuaciones mejoran las estimaciones de estos indicadores en comparación con las publicadas.

Palabras clave: adulto mayor, desarrollo de ecuaciones, validación de ecuaciones

**Esta Investigación se llevó a cabo con la muestra del estudio "Alternativas de Estimación de masa muscular en extremidades con el uso de antropometría y bioimpedancia eléctrica para evaluar sarcopenia en adulto mayor", con el número de registro 530/F.C.N. 26-11-09/ UAQ, y autorización del Comité de Investigación de la Secretaría de Salud del Estado (SESEQ).

ABSTRACT

Malnutrition is very frequent in elderly. Its early prevention and detection will enable its prompt intervention in order to reduce risks in their health status. A nutritional assessment is strongly advised in order to obtain a diagnosis. Frequently health institutions lack appropriate equipment to make a reliable nutritional assessment in patients with movement difficulties. Therefore medical charts lack basic information such as height or weight, necessary for diagnosis. An option is to indirectly estimate these variables with equations which must be developed and validated in the same group of people in which they will be used.

Objective: To develop and to validate weight and height prediction equations in women 60 years and older in Queretaro's Municipality.

Method: 120 elderly functional, independent and healthy women participated. Anthropometry based on 15 variables was obtained by the same qualified Nutritionist. In this same group, 3 previously published equations were validated. In order to validate the equation developed in this project, 50 women residents in geriatric houses, with or without a disease were included.

Statistics: Using a step-wise regression model, variables were selected based on their correlation with the dependent variable, statistic power, biological association, and measurement feasibility.

Results: Variables in the weight equation were: wrist circumference, calf circumference, mid arm circumference, decubitus supine waist, and knee height. Variables for the height equation included humerus diameter, age, and knee height. The R^2 for the former equation was 0.816 and 0.497 for the latter.

Conclusion: The EE for the weight equation was ± 3.424 kg, whereas for the height equation was ± 3.16 cm. Both equations improve the estimates of weight and height, compared to those previously published.

Key words: validation, development, prediction equation.

ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
ÍNDICE	iii
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vii
DEDICATORIA	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Epidemiología de la población del adulto mayor	5
2.2 El envejecimiento y sus cambios	9
2.2.1 Cambios en la composición corporal	10
2.2.2 Cambios en el peso corporal	13
2.2.3 Cambios en la estatura	15
2.3 Estado nutricional del adulto mayor.	16
2.4 Evaluación del estado nutricional del adulto mayor	19
2.4.1 Instrumentos para la valoración del estado nutricional del anciano	20
2.4.2 Antropometría	21
2.5 Ecuaciones de predicción	29
2.6 Métodos para el desarrollo de ecuaciones de predicción	32
2.7 Diseño muestral y levantamiento de la información	33
2.8 Estrategia metodológica para desarrollar ecuaciones predictoras de peso y talla	35
2.9 Validación de ecuaciones de predicción	37

III.JUSTIFICACIÓN	38
IV.HIPÓTESIS	39
V.OBJETIVOS	39
5.1 Objetivo general	39
5.2 Objetivos específicos	39
VI.MATERIALES Y MÉTODOS	40
VII. RESULTADOS	51
VIII. DISCUSION Y CONCLUSIONES	55
XIX.REFERENCIAS	58
XX ANEXOS	65
Anexo 1 Mini Nutritional Assessment	65

INDICE DE CUADROS

CUADRO	Página
Cuadro 1. Tres compartimentos en el adulto mayor	11
Cuadro 2. Causas de la pérdida de peso en el adulto mayor	14
Cuadro 3. Factores que afectan el estado nutricional del adulto mayor	17
Cuadro 4. Ecuaciones para estimar peso a partir de altura-talón-rodilla y circunferencia media de brazo	23
Cuadro 5. Ecuaciones para estimar peso en personas mayores a 65 años mediante antropometría.	24
Cuadro 6. Ecuaciones para estimación de peso en sujetos mayores a 60 años de población china	24
Cuadro 7 Ecuaciones para estimar peso en mujeres mexicanas	25
Cuadro 8 Ecuaciones para estimar estatura a partir de altura-talón-rodilla en personas de 60 a 80 años	26
Cuadro 9 Ecuaciones para estimación de estatura para ancianos mexicanos	27
Cuadro 10 Comparación de clasificaciones de Índice de masa corporal	28
Cuadro 11 Ecuaciones de predicción	31

Cuadro 12	Datos de ENSANUT 2006, para el cálculo de la muestra de Querétaro, Mujer ≥ 15 / más años	40
Cuadro 13	Matriz de correlación	43
Cuadro 14	Variables independientes de acuerdo a su asociación biológica agrupadas en tres compartimentos de Composición Corporal	44
Cuadro 15.	Variables introducidas/eliminadas para el modelo de peso	48
Cuadro 16.	Resumen del modelo de peso	48
Cuadro 17.	Variables independientes para el modelo de predicción para estatura	49
Cuadro 18.	Variables independientes para el modelo de predicción para peso	49

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Página
Figura 1. Índice de crecimiento en la utilización hospitalaria del IMSS por grupos de edad, 1986-2006	2
Figura 2. Estructura de la población en México 1990, 2000 y 2010	6
Figura 3. Pirámide de población entre 1970 y 2005; en la República Mexicana	8
Figura 4: Pirámide de la población entre 2005 y 2050 en la República Mexicana	8
Figura 5. Estado nutricional del adulto mayor y factores que lo afectan	16
Figura 6. Correlación entre la variable dependiente peso con la variable independiente: circunferencia de cintura tomada con tres diferentes metodologías	45
Figura 7. Correlación entre la variable dependiente peso y estatura con la variable independiente: circunferencia de muñeca y diámetro de húmero	46
Figura 8. Peso estimado vs peso observado	53
Figura 9. Estatura estimada vs estatura observada	54

DEDICATORIA

“ A Graciela Giorguli Chávez y Agustín Raya Zarco; mis padres”

I INTRODUCCIÓN

En el último decenio del siglo XX se observó una tendencia mundial hacia una menor fecundidad y una mayor esperanza de vida, lo que favoreció el “envejecimiento poblacional”. Esta transición ha sido observada primordialmente en países “desarrollados”, en muchos de los cuales, la quinta parte de la población corresponde a personas mayores de 65 años, edad a partir de la cual se le considera a una persona como “adulto mayor” (AM). Sin embargo en los países que se encuentran en vías de desarrollo y en los que la esperanza de vida es menor, se considera AM a partir de los 60 años (OMS 2002a; OPS 2008).

Así como el “envejecimiento poblacional” va en aumento, las legislaciones, las acciones y los nuevos proyectos deben de ir a la vanguardia, procurando abarcar todas las áreas que impacten en las necesidades de este grupo poblacional (CONAPO, 2009a).

El cubrir las necesidades de salud del AM es muy ambicioso ya que requiere personal especializado, equipo, herramientas y planeación que se ajuste a los procesos de envejecimiento. Aunado a ello, se espera que los servicios de salud sean suficientes, gratuitos o con costos razonables, asegurando su accesibilidad para la mayor parte de esta población. Según García Peña (2009), refiere al escenario que enfrenta la población anciana mexicana como: “una prolongación de la morbilidad” ya que son usuarios importantes de los servicios públicos de atención médica (Figura 1).

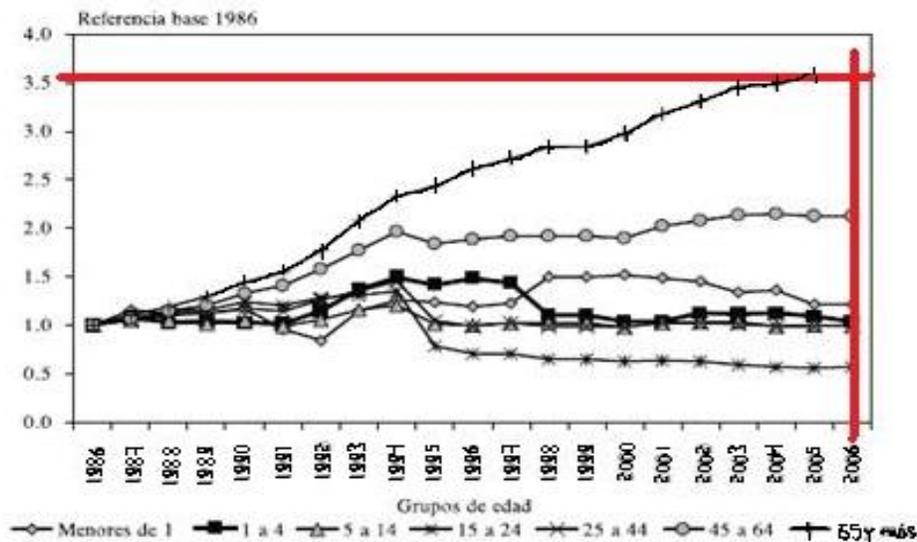


Figura 1. Índice de crecimiento en la utilización hospitalaria del IMSS por grupos de edad 1986-2006.

Los servicios de salud tanto públicos como privados deben de darle mayor importancia al diagnóstico nutricional de un sujeto ya que al modular cambios en el organismo y en sus funciones, es un factor que juega un papel importante en el proceso del envejecimiento. De ahí la importancia de evaluar el estado nutricional en este grupo poblacional (OPS, 2008).

El estado nutricional lo determinan diferentes factores, a saber: fisiológicos, psicológicos, funcionales, socioeconómicos y dietarios. Se recomienda que la evaluación clínica y nutricional cubra estos aspectos, lo que implica contar con un equipo multidisciplinario. Una evaluación nutricional requiere de lo que se denomina el ABCDE del diagnóstico nutricional, es decir: valoración antrópica, estudios bioquímicos, historia clinica y dietaria, sin olvidar el entorno social en el que se desenvuelve el sujeto (Bowman y Rosenberg, 1982; OPS, 2008).

La antropometría se caracteriza por su simplicidad y es de uso generalizado e inocua. El peso y la talla son mediciones comunmente utilizadas, solas o en combinación y son indicadores necesarios en la evaluación nutricional global. El peso es un indicador necesario pero no suficiente para medir la composición corporal (estudio en el cual se cuantifica la masa grasa, masa libre de

grasa, volumen intra o extra celular y masa ósea de un individuo). Se debe de comparar el peso actual con datos previos, de manera que se puedan valorar los cambios que se han presentado a lo largo del tiempo. Una pérdida de peso en cierto tiempo es predictiva de discapacidad en el adulto de edad avanzada. De igual manera, la talla por sí sola no ofrece un diagnóstico, pero esta pérdida indica el grado de desgaste óseo en el anciano. Ambos indicadores se requieren en ecuaciones que estiman gasto energético o en otras que complementan el diagnóstico nutricional (Chumlea y Baumgartner, 1989; Hughes, 2004; Lee y Nieman, 2007).

El peso y la talla en conjunto se utilizan para calcular el Índice de Masa Corporal (IMC) o índice de Quetelet, que es un indicador epidemiológico de diagnóstico nutricional. Los criterios de corte del IMC en ancianos no están definidos y se ubican en un amplio margen ($23\text{kg}/\text{m}^2$ - $28\text{kg}/\text{m}^2$); se ha observado que niveles significativamente más altos o bajos con respecto a estos valores, se asocian a otros factores de riesgo y a mortalidad (Tayback et al., 1990).

La toma de peso y talla no se encuentran exentos de dificultades en su medición, el desgaste biológico que experimenta el AM puede ocasionar que se encuentre imposibilitado para subirse a una báscula, o para mantener el equilibrio. En el caso de la talla, además de los problemas anteriores, es frecuente que el sujeto se encuentre encorvado y no logre una posición correcta para tomar una estatura válida.

En el sector salud, generalmente es el área de “Promoción a la Salud” la que se encarga del desarrollo de programas para este grupo etáreo. Es recomendable que las instituciones cuenten con equipos calibrados y adecuados, así como con personal capacitado para la toma de estas mediciones (Alemán-Mateo, 1999; CONAPO, 2009b).

Para solventar los problemas anteriores, se han diseñado ecuaciones que estiman tanto el peso como la estatura, con el inconveniente de que han sido desarrolladas en otros países y en sujetos de diferentes razas, complejidad, rangos de edad y sexo; lo que implica que los resultados tengan un margen de error

elevado y que puede alcanzar $\pm 15\text{kg}$ ó $\pm 7\text{cm}$. Lo anterior pone en duda su utilidad en poblaciones como la nuestra (Mendoza-Nuñez et al., 2002).

Idealmente debe de desarrollarse una ecuación para cada grupo poblacional a estudiar, de no ser esto posible se deben validar las ecuaciones a utilizar en la población de interés. Mendoza (2002), validó en mexicanos una ecuación desarrollada en población mexico-americana para la estimación de estatura y concluyó que presenta un error de $\pm 5.9\text{ cm}$, por lo que sugiere que dicha ecuación no es de utilidad en mexicanos.

En esta investigación se desarrollaron y validaron ecuaciones para estimar peso y estatura en mujeres adultas mayores sanas y se validó la ecuación propuesta por Mendoza en nuestro grupo poblacional.

II REVISION DE LITERATURA

2.1 Epidemiología de la población de adulto mayor

A partir del último decenio del siglo XX, se ha visto una tendencia mundial hacia una menor fecundidad y una mayor esperanza de vida, lo que ha hecho notable el fenómeno de “envejecimiento poblacional”. Esta transición se ha observado primordialmente en países “desarrollados”, en muchos de los cuales, la quinta parte de la población corresponde a personas mayores de 65 años; edad a partir de la cual se le considera a una persona como “adulto mayor”. En países en vías de desarrollo y en los que la esperanza de vida es menor, se considera AM a partir de los 60 años (OMS, 2002; PAO, 2008).

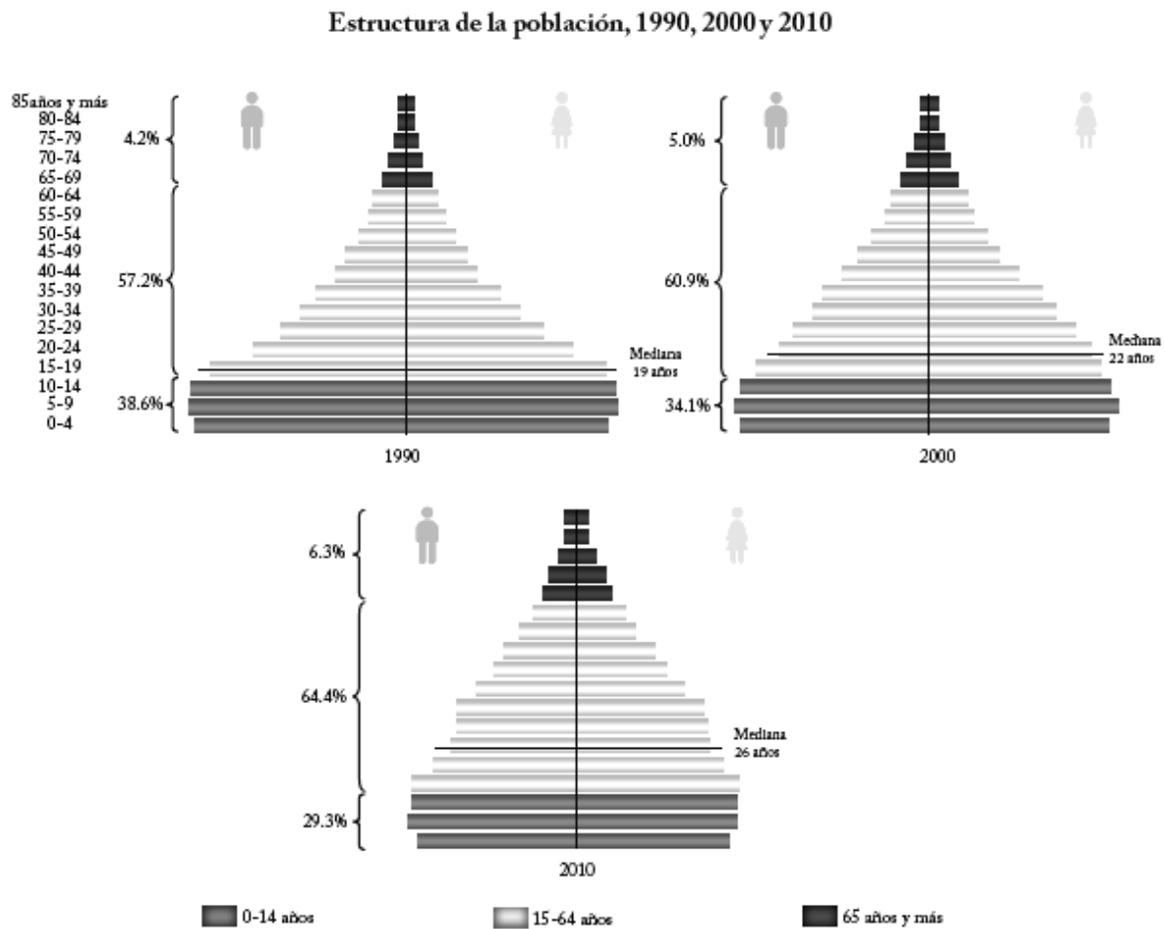
La población de adultos mayores ha ido incrementando con el tiempo. Se estimó que en el 2002 habrían en el mundo 605 millones de AM y 400 millones de ellos habitarían en países en “vías de desarrollo”. Se proyecta que para el 2025 el número de AM a nivel mundial será de 1.2 billones, de los que 840 millones habitarán en países en vías de desarrollo; por lo que más de la mitad de ancianos se encontrarán en estos países (OMS, 2002).

En el 2006 se reportaron 106 millones de personas mayores de 60 años en el Continente Americano y para el 2050 se estiman 310 millones, de los cuales, 190 millones vivirán en Latino America y en el Caribe (OMS, 2008).

Se ha transformado en la actualidad la estructura poblacional debido a los cambios asociados a la edad, lo que se ha hecho evidente en modificaciones demográficas a través del tiempo. Es así que la pirámide del Censo 2010 se ensancha en el centro y se reduce en la base, por lo que se observa que la proporción de niños ha disminuido y se ha incrementado la de adultos (INEGI, 2010).

En México se calcula que la población mayor de 60 años es del 6.3% respecto a la población total y corresponde a 7,077,201 personas. Los cambios entre los años 1990 y 2010 denotan un aumento del 2.1% (Figura 2). Se sabe ahora que la proporción de adultos mayores de 60 años incrementará cuando

menos al doble entre el 2010 y 2015. Tomando en cuenta la estimación de que entre el 2005 y 2050 la población aumentará a 26 millones de personas, habrá un incremento del 75% para el 2020 (INEGI, 2005; PAO, 2008).

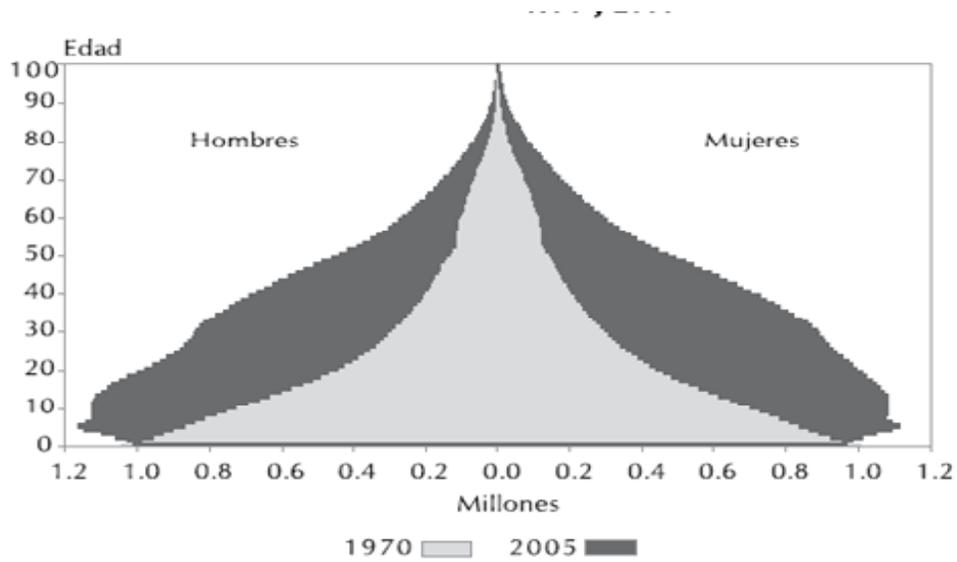


Fuente: INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990; XII Censo General de Población y Vivienda 2000; Censo de Población y Vivienda 2010.

Figura 2. Estructura de la población en México, 1990, 2000 y 2010

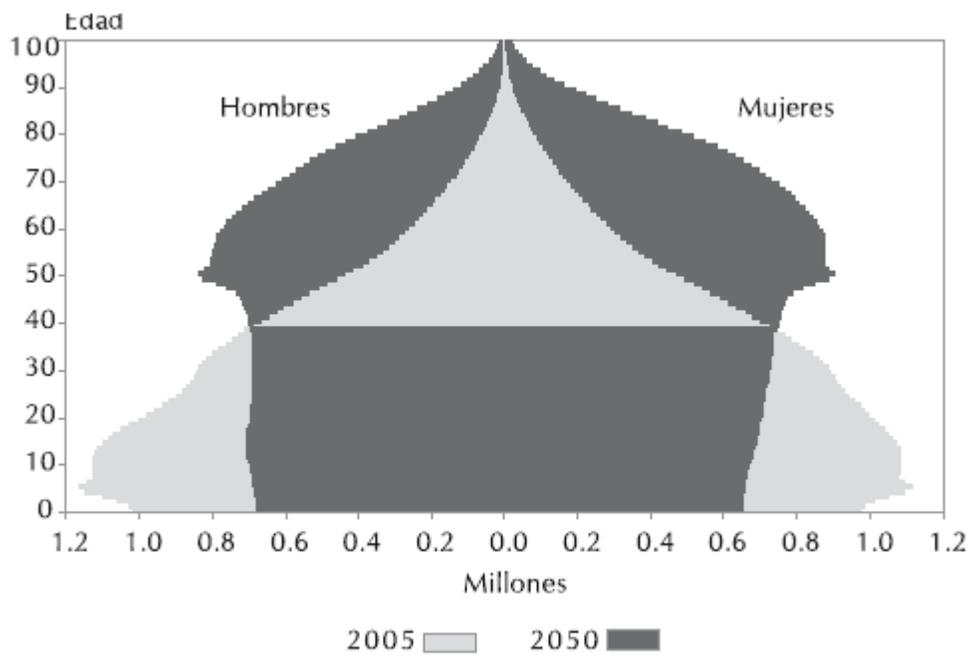
Las transformaciones que ha tenido el país en tasas de fecundidad y mortalidad, han reflejado cambios en la estructura poblacional por edades (figura 3). En 1970 la pirámide poblacional de México tenía la forma de un triángulo con base amplia y una cúspide estrecha; para el 2005 se observó una pirámide más abultada en el centro, con un estrechamiento de la base y proyectando una esperanza de vida que continúa su ascenso (De Vos, 2004). En el transcurso de la primera mitad de este siglo estas tendencias seguirán teniendo profundas repercusiones en la estructura de la población y se manifestarán en un acelerado proceso de envejecimiento (figura 4), por ende aumentarán los individuos mayores a 60 años lo que engrosará gradualmente la cúspide de la pirámide (Zuñiga, 2008).

Estas tendencias epidemiológicas demandarán servicios de salud, tanto en instalaciones como personal especializado; se esperan incrementos en la prevalencia de padecimientos como enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus, osteoporosis, entre otras. Su presencia requerirá del uso de terapias basadas en tecnología avanzada y medicamentos costosos, se afrontará la escasez de ellos, lo cual redundará en períodos de hospitalización más prolongados, por lo que identificar a sujetos en riesgo de desnutrirse es una alternativa, ya que ayudará a disminuir las estancias y complicaciones hospitalarias (De Vo, 2004).



Fuente: Estimaciones del Consejo Nacional de Población.

Figura 3. Pirámide de población entre 1970 y 2005; en la República Mexicana.



Fuente: Estimaciones del Consejo Nacional de Población.

Figura 4. Pirámide de población entre 2005 y 2050, en la República Mexicana.

2.2 El envejecimiento y sus cambios

El proceso de envejecimiento implica la pérdida de funciones corporales, así como de cambios en estructuras celulares, lo cual se asocia con factores externos (medio ambiente) e internos (individuales); uno de los factores externos de mayor importancia es la nutrición. Se ha visto que múltiples factores nutricios contribuyen de manera positiva y negativa en las enfermedades que se van presentando con el paso del tiempo. Con la edad se ha visto que aparecen complicaciones nutricias como las deficiencias de macro y micronutrientes, muchas de las veces acompañadas de alguna enfermedad (Lipschitz, 1997; OMS, 2002).

El envejecer lleva consigo tendencias naturales que no se pueden evitar, como la pérdida de músculo y su elasticidad. La redistribución de la composición corporal con aumento de tejido adiposo y reducción en la masa muscular y ósea son cambios bien conocidos; todo ello repercute en el estado de salud, capacidad y funcionalidad del anciano (Schaefer, 1982).

Los cambios en la composición corporal debidos al envejecimiento son universales. Hay aumento en el tejido adiposo, disminución en el agua corporal total y en el tejido muscular y óseo, pérdida de la estatura y peso. La expresión e incidencia de estos cambios varían dependiendo del sexo, la raza y la edad; así como el estado nutricional y el uso de fármacos (Chumlea y Baumgartner, 1989; Alemán-Mateo et al., 2004; Lazcano, 2007; Elmadfa y Meyer, 2008).

Es importante identificar los cambios que ocurren en los parámetros de composición corporal y las implicaciones que tienen con el estado de salud del anciano, de manera que puedan establecerse tratamientos nutricios, médicos y farmacológicos adecuados (Kuczmarski, 1989).

2.2.1 Cambios en la composición corporal

Se ha definido a la composición corporal como la relación entre la masa grasa (MG) y la masa corporal libre de grasa. Se ha hecho referencia a esta relación como un modelo de dos compartimentos y ha sido la base para múltiples análisis de composición corporal, aún con las limitaciones que puede llegar a tener (Lee et al, 2007).

El tejido adiposo o masa grasa contiene cerca del 14% de agua, es casi 100% libre de potasio y su densidad se ha estimado en 0.90g/cm^3 . El compartimento libre de grasa lo compone: masa ósea (MO), masa muscular (MM) y agua corporal (Cuadro 1). Este modelo llamado de cuatro compartimentos asume que estos componentes están en una proporción constante. Existen modelos más complejos para llevarlos a la clínica diaria, que son derivados de la combinación del análisis de técnicas, como la composición química del cuerpo, el agua corporal intra y extra celular (Woodrow, 2009).

Algunos de los métodos o técnicas utilizadas para evaluar composición corporal son los llamados “estándar de oro”, por la precisión y exactitud de los datos que aportan. Presentan sin embargo como desventaja para su inclusión a nivel epidemiológico, el requerir de equipo especializado y de alto costo que puede ser relativamente invasivo, lo que hace que su viabilidad sea limitada. Se recomienda el uso de mediciones sencillas, prácticas y fáciles de realizar tanto en la clínica como en la comunidad, en pacientes encamados o en vida libre, sabiendo que se puede sacrificar un poco de la precisión en los valores obtenidos (Ding et al; 2007).

Una alternativa de medición de compartimientos corporales es la antropometría, caracterizada por ser simple y fácil de realizar en la clínica diaria y en poblaciones numerosas de adultos mayores (Woodrow, 2009).

Cuadro 1 Tres compartimentos en el Adulto Mayor

Compartimento	Cambios y efectos de la composición corporal en el adulto mayor	Autores
<p>Masa Muscular</p>	<p>El pico más alto para lograr obtener la mayor cantidad de músculo, se encuentra alrededor de los 45 años, posteriormente hay un notorio declive a partir de los 65 años y se acelera esta pérdida después de los 80 años.</p> <p>La pérdida proporcional de músculo, es menor en las mujeres que en los hombres.</p> <p>Las causas de pérdida de masa muscular y fuerza, se han indentificado: la falta de actividad física y disminución de alimentos ricos en proteína animal, la edad, la pérdida de peso y estatura, bajo nivel de salud, algunas condiciones de salud (artritis, diabetes, la elevacion de marcadores de infamación como interleucina-6 (IL-6) y proteína C reactiva(PCR), entre otras) Lo anterior se puede resumir en cambios en el metabolismo, estructura y función de los órganos. La depleción muscular se asocia a incremento de morbilidad y mortalidad, lo cual es una limitacion funcional en la vida del AM.</p> <p>Uno de los problemas que ocasionan disminución en la masa muscular es el desgaste de las fibras musculares apendiculares, lo que lleva a la pérdida de fueza y función, mejor conocida como sarcopenia. Esta última se origina por varios factores como los cambios biológicos que se presentan con la edad (como la pérdida de motoneuronas, decremento de hormonas y su funcion anabólica), desnutricion proteínica, enfermedades e infecciones que aumentan el catabolismo, hipertiroidismo, enfermedad de Parkinson, etc, que llevan a la pérdida de actividad física</p>	<p>OMS 2002 Elmadfa y Meyer 2008 Kallman 1990 Metter et al 1997 Schaap et al. 2006 Forrest KY et al. 2007 Lazcano 2007</p>

<p>Masa Grasa</p>	<p>La masa grasa suele incrementarse al doble entre los 20 y 60 años, pero con un decline progresivo en el Índice de masa corporal.</p> <p>Hay depósito elevado de grasa corporal central en el área visceral y disminución en la grasa subcutánea.</p> <p>Las causas del incremento de la grasa visceral tiene causas como la dieta rica en grasas y la falta de actividad física; aunque esto suele ser controversial.</p> <p>Se ha visto como riesgo en el AM el incremento de grasa intrabdominal ya que se desarrollan enfermedades como hipertensión, diabetes, osteoartritis, cáncer de mama y de próstata. La grasa entre las fibras musculares se ha asociado con la resistencia a la insulina.</p>	<p>Kuczmarski, 1989 Graham W 2009</p>
<p>Masa Ósea (MO)</p>	<p>La pérdida de calcio y masa ósea se han observado en el AM como parte del envejecimiento. Se sabe que las mujeres pierden alrededor del 40% de su masa ósea en los primeros cinco años posteriores a la menopausia; los hombres en cambio, pierden el 1% de MO con el avance de la edad. La pérdida de MO se refleja en la disminución del peso corporal.</p> <p>La sarcopenia, acompañada de una baja densidad mineral ósea puede ser origen de fracturas de cadera y de múltiples complicaciones como inmovilidad física e incapacidad, lo cual eleva el costo en hospitalizaciones y a la dependencia funcional del adulto mayor. El desgaste en la microarquitectura de las paredes óseas llevan al desarrollo de osteoporosis, siendo una de las causas de morbi-mortalidad en esta población.</p>	<p>Ojo y Edwars 2003 Shafer 1982 Kuczmarski 1989 Lazcano G 2007 Di Monaco et al 2007 Kuczmarski 1989 OMS 2002 Johnston 2007</p>

2.2.2 Cambios en el peso corporal

Las posibles causas del cambio de peso corporal (Cuadro 2) son heterogéneas, el identificarlas permite focalizar su manejo. Ciertos medicamentos, la tiroxicosis o hipertiroidismo, la depresión, entre otras, pueden ser causantes de aumento de peso. Del mismo modo, existen otras situaciones que favorecen la pérdida de peso, tales como: presiones económicas, sociales, dificultad para cocinar o alimentarse debido a alguna incapacidad física, falta de alguna pieza dentaria o de salivación y ausencia de alimentos que gusten al comensal (OMS, 2001).

Se ha visto que el peso incrementa durante la vida adulta. Entre los 34 a 54 años en los hombres y entre 55 a 65 años en las mujeres hay un incremento de un 50% en la masa grasa, posteriormente suele estabilizarse y mantenerse algunos años, haciendo notoria su disminución después de los 65 años y en la mayoría de la ocasiones hasta dos décadas después (Bowman y Rosenberg, 1982; OMS, 2002; Elmadfa y Meyer, 2008).

Cuadro 2. Causas de la pérdida de peso en el adulto mayor

Anorexia	Alteraciones en la masticación
Depresión	Neurológicos
Medicamentos	Candidiasis en el esófago
Digoxina	Cambios en la estructura bucal
Inhibidores de serotonina	Enfermedad bucal
Enfermedades	Metabolismo
Cáncer	Enfermedad de la tiroides
Fallas crónicas orgánicas(cardíaca, renal, pulmonar)	Diabetes
	Enfermedad del hígado
Infecciones crónicas orgánicas	Social
Tuberculosis	Aislamiento
Polimialgia reumática y otras enfermedades vasculares	Pobreza
	Abuso (físico, alcohol)
Deficiencias nutrimentales específicas que afecten al apetito y sentido del gusto	Preferencia por comida desconocida
	Elecciones inapropiadas de comida
Vit A	
Zinc	
Mala absorción	Físico
Isquemia Intestinal	Incapacidad para comprar y cocinar los alimentos
Enfermedad Celiaca	Decremento en la actividad
	Causas desconocidas

Lee y Nieman, 2007

2.2.3 Cambios en la estatura

La pérdida de la estatura conforme se envejece es otro cambio bien conocido. Se ha atribuido este cambio al acortamiento de la columna vertebral, debido al estrechamiento de los discos intervertebrales, a cambios posturales por osteoporosis, artritis o xifosis (lo cual favorece un encorvamiento superior) y a la falta de actividad física, entre otras causas (Oliveira y Fernández, 2007).

El proceso de pérdida de estatura se ha visto que inicia entre los 30 y 50 años, siendo más notoria en mujeres que en hombres. Rossman (1977) refiere que con el paso del tiempo hay una pérdida de estatura de 2.9 cm en hombres y 4.9 cm en mujeres.

La estatura se ha visto que tiene variabilidad genética predeterminada por la raza y según el sexo, lo cual se atribuye la pérdida de masa ósea. En las mujeres postmenopausicas la disminución de masa ósea ocurre a razón de 2% a 3% por año en los primeros 5 años, para continuar con un 1% por año, de manera que al llegar a los 80 años de edad se ha perdido cerca de 40% de ésta. En los hombres la velocidad de pérdida es bastante menor ya que a los 80 años se ha perdido cerca de 25%. Según investigaciones realizadas, la deficiencia estrogénica es la causa principal de esta diversidad (González y Rueda, 1998).

2.3 Estado nutricional del adulto mayor

Se ha observado que la nutrición en el adulto mayor tiene impactos positivos y negativos sobre la salud, convirtiéndose en un modulador importante del envejecimiento (Figura 5).. Se puede ver el impacto de un estado nutricional inadecuado en la masa muscular, adiposa y ósea, lo que se refleja en cambios de peso y disminución de estatura. Es claro que no existe un factor único que intervenga en el estado nutricional del AM, son una gama de factores los que afectan la salud del anciano) (Cuadro 3) (OMS,2002).



Figura 5 Estado nutricional del adulto mayor y factores que lo afectan

Cuadro 3. Factores que afectan el estado nutricional del adulto mayor

Factores		Autores
Deterioro de órganos y sistemas	<p>Un estado nutricional deficiente puede condicionar un deterioro de la función renal, hepática, circulatoria y respiratoria, entre otras; así como una menor respuesta inmune celular, con el consecuente aumento de la susceptibilidad para las complicaciones infecciosas. Todo ello origina un notable aumento de la estancia hospitalaria e incremento en costos hospitalarios y mortalidad</p> <p>Numerosos trabajos han resaltado la necesidad de un diagnóstico oportuno de desnutrición con el uso de variables fáciles y accesibles de realizar (peso, talla e índice masa corporal), con el objeto de identificar a los sujetos en riesgo e implementar un tratamiento adecuado a las condiciones del paciente.</p>	<p>Ramos A. et al 2004</p> <p>Gutiérrez JG et al 2007</p>
Salud Bucal	<p>Se ha visto que gran parte de los adultos mayores presentan problemas dentarios, usan prótesis que afectan la masticación y limitan la diversidad de alimentos a consumir, lo que repercute en el consumo de alimentos como fruta, carnes, algunas verduras y alimentos de difícil masticación. De tal manera que el anciano deja de consumir ciertos alimentos y disminuye su ingestión energética. A su vez existen otros problemas asociados a la edad, como es la disminución de palatabilidad, olfato y falta de aseo bucal, lo que favorece el desarrollo de infecciones y pérdidas dentarias. También se presenta una falta de fuerza en la contracción de los músculos de masticación, por lo que disminuye el consumo de alimentos en general y los ricos en fibra en particular, lo que se puede ver reflejado en cambios de peso acelerado y un consecuente deterioro de la salud del AM.</p>	<p>Berkhout et al 1998</p> <p>Andrade et al 2008</p>
Polifarmacia	<p>La Organización Mundial de la Salud ha definido la polifarmacia como la utilización de 4 o más medicamentos en formas simultánea. La mayoría de los ancianos tienen un alto consumo de fármacos. Se estima una prevalencia de ingresos hospitalarios del 3% al 10%, debidos a reacciones adversas atribuidas a excesos (dosis elevadas) o a errores en su consumo debidos a la pérdida de memoria, falta de visión o disminución en la habilidad manual.</p> <p>La polifarmacia impacta en el estado nutricional del AM. Se presenta supresión del apetito, lesión de las células de la mucosa, disminución en la utilización de nutrimentos, incremento en la uremia, competencia directa o antagonismo en la absorción de nutrimentos, alteraciones endocrinas, así como efectos indirectos debidos a los componentes de algunos medicamentos; lo cual al final altera el estado nutricional a corto y mediano plazo. Por ejemplo se ha visto que el consumo de anticonvulsivos tiende a favorecer la pérdida de calcio y por lo tanto favorecen la pérdida de la densidad mineral ósea, lo que se ve reflejado en la estatura.</p>	<p>Martínez et al 2005</p> <p>Domínguez et al 2006</p> <p>Bathia S et al 2007</p> <p>Granados-Ponce et al 2007</p>

Depresión	<p>El estado de ánimo en que se encuentra el adulto mayor, es importante en relación a diversos factores que en conjunto deterioran su estado nutricional. Uno de ellos es la "falta de interés por comer". El anciano se ve aislado o poco motivado para realizar sus tiempos de comida o ir a comprar lo que necesita, si a ello se agrega el problema económico o la falta de movilidad, será factible que lleven dietas inadecuadas y poco equilibradas.</p> <p>En un estudio realizado en población de la India, se correlacionó la prevalencia de enfermedades y problemas de salud con la soledad, categorizada en 3 rubros: viudo y vivir solo, vivir en pareja y vivir con la familia. Se concluyó que el estado de soledad en el AM tiene un impacto negativo en su estado de salud.</p> <p>La depresión y la deficiencia de algunos nutrientes se potencializan, lo que lleva a una posible anorexia; que impacta en la salud y pérdida de peso. La falta de interés por la vida, por el entorno, aunado a la inmovilidad, complica más la situación del AM.</p>	<p>Galindo-Villa y Balderas 2004 Bhatia et al 2007 Lazcano 2007</p>
Problemas neurológicos y función cognitiva	<p>El desempeño cognitivo comprende funciones receptoras, de memoria y aprendizaje, pensamiento y funciones expresivas. Se ha visto que existe un deterioro de las funciones cognitivas específicas, lo que se manifiesta primero entre los 50 y 60 años de edad, con un declive más pronunciado después de los 70 años</p> <p>La pérdida de memoria puede afectar al AM, en el que no recuerden si han realizado sus tiempos de comida. Los lleva a ser más irritables, por lo que los ancianos muestran menor interés en la comida y presentan pérdida de peso a medida que se van agravando las enfermedades mentales. En general los pacientes están más dispuestos a comer los alimentos que les resultan más familiares y en algunos casos se niegan a comer algún tipo de alimento en particular.</p>	<p>Peña-Casanova; 1999 Galindo-Villa y Balderas 2004</p>
Actividad física	<p>La pérdida de las capacidades físicas que se van presentando en los ancianos afectan a todos los sistemas del organismo, especialmente el cardiovascular y el músculoesquelético. Se ha visto que si se mantiene la actividad física, se disminuyen las incapacidades asociadas a enfermedades de la vejez y se pierde menor masa muscular y por ende peso corporal. Es recomendable que el anciano siga con alguna actividad física que le permita mantener la masa muscular. Es importante promover que permanezca activo, ya que puede ayudarlo a mantener su autonomía e independencia, a disminuir el riesgo de caídas y por ende a reducir costos de gastos médicos y complicaciones</p>	<p>OMS 2002 Figueiredo et al 2006</p>

2.4 Evaluación del estado nutrición del adulto mayor

Así como es compleja la situación de salud del adulto mayor, de igual manera se vuelve la evaluación de su estado nutricional. Mientras en la población adulta-joven se presentan problemas de sobrepeso y obesidad, en la población geriátrica es frecuente la pérdida de peso y por lo tanto una desnutrición energético-proteínica. El identificar las causas y dar un tratamiento adecuado es ideal para lograr una rehabilitación oportuna y de impacto.

En un estudio realizado en Jalisco en población mayor a 65 años, se encontró que el 9.6% de los pacientes presentaron un índice de masa corporal (IMC) menor a 21 kg/m²; el 19,01% presentaron un IMC entre 21 y 25 kg/m²; 36,41% de 25.1 a 27 kg/m² y 35.8% presentaron una cifra mayor de 27 kg/m², lo que representa obesidad según la clasificación de IMC por la Food Nutrition Board (Bustos et al, 2004). La presencia de desnutrición incrementa la dependencia funcional del anciano, aumenta la morbi mortalidad y el uso de recursos de salud; sin embargo, el evaluar al sujeto es de relevancia tanto para la prevención como para el tratamiento. Un indicador de mucha utilidad en la evaluación nutricional del sujeto mayor es la pérdida rápida e inesperada de peso. Un manejo oportuno de esta pérdida, aumenta la sobrevivencia y ayuda a corregir la(s) enfermedad(es) presentes. Identificar la pérdida o el exceso de peso es relativamente fácil de realizar con ayuda de instrumentos diagnósticos, la dificultad radica en contar con todas las herramientas que permitan dilucidar la causa principal de esta pérdida (Lipschitz, 1997; Lazcano, 2007).

Para evaluar el estado nutricional se puede acudir al ABCDE de la nutrición y que requiere de diversos indicadores de evaluación nutricional con diferente sensibilidad, a saber: la antropometría, exámenes bioquímicos, estudios clínicos e historia alimentaria o de dieta. Todos ellos pueden utilizarse como instrumentos e información única o en combinación, dependiendo de la situación en la que se encuentre el paciente y los recursos o accesibilidad a ellos.

2.4.1 Instrumentos para la valoración del estado nutricional del anciano

Existen diferentes instrumentos para la evaluación del estado nutricional del adulto mayor. A la fecha se cuenta con uno o varios indicadores aceptados internacionalmente para este propósito y se dispone de varios instrumentos con alta sensibilidad y especificidad para dar un diagnóstico confiable. Tal es el caso de la evaluación global subjetiva (EGS), el índice de pronóstico nutricional (IPN), el índice de riesgo nutricional y el mini nutritional assessment (MNA) (Anexo 1). Este último ha sido aceptado como una herramienta completa para emitir un diagnóstico de riesgo nutricional, específicamente en el anciano. Se recomienda aplicarlo al momento del ingreso del AM a una institución, ya sea hospital, centro geriatrico o asilo y se requiere para obtener un diagnóstico que permita identificar y dar seguimiento al paciente que se encuentra con desnutrición o en riesgo de presentarla. El MNA requiere del peso y la estatura, esta última se puede medir por el indicador altura talón-rodilla, la circunferencia media del brazo y pierna. También contiene un cuestionario dietético y una valoración subjetiva, información de la que se desprende el diagnóstico de riesgo de desnutrición. Van-Nes (2001) encontró asociación entre un estado nutricional inadecuado y un mayor tiempo de estancia y mortalidad intrahospitalaria, así como con un mayor número de traslados a centros geriátricos (Guigoz, 1996; Seidell, 2000; Jensen, 2001; Bales, 2002; Lorefält, 2004; Izaola, 2005; McGee, 2007; Mazza, 2007)

Los instrumentos de valoración nutricional presentan como característica común el requerir de indicadores como el peso y la estatura. Pueden o no requerir del indicador de altura talón-rodilla, en ello radica la importancia de contar con estos indicadores o en su defecto obtenerlos de manera indirecta. Cabe aclarar que no son los únicos indicadores que se pueden utilizar, con frecuencia se incluye el IMC, la pérdida de peso y el porcentaje de cambio de peso, la medición de pliegues, circunferencia media de brazo, de muslo, de cintura y cadera, entre otros (Jensen, 2001).

2.4.2 Antropometría

La antropometría es de gran utilidad en la evaluación nutricional de cualquier sujeto. Como ya se mencionó, tiene la ventaja de ser relativamente sencilla y económica y puede ser usada para evaluar el estado nutricional y a la vez para estimar composición corporal. El uso de la antropometría en el AM permite evaluar el estado nutricional e identifica a sujetos con exceso de reserva grasa, así como su distribución. Se pueden evaluar los depósitos de grasa subcutánea y particularmente los depósitos en el área abdominal (lo que incrementa el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares); también se puede valorar la disminución del tejido muscular ubicado mayormente en extremidades (Pollock y Jackson, 1984; Hughes et al, 2004).

Para evaluar **el peso corporal** del AM y definir si presenta bajo peso o lo ha estado perdiendo kilogramos, se requiere su medición y cierto monitoreo. En la actualidad se cuenta con ecuaciones alternativas para su estimación (Cuadros 4, 5, 6 y 7). Dichas ecuaciones hacen uso de la antropometría, sin embargo presentan un margen de error de hasta 10 kg (Jung, 2004).

Existen básculas especiales que se pueden adaptar a ciertas necesidades del anciano con el objeto de tomar el valor de peso exacto; una limitante es que no todas las insituciones cuentan con éstas. En el mercado se pueden encontrar básculas integradas a sillas de ruedas, otras que cuentan con una rampa para subir la silla de ruedas y restar posteriormente este peso, otras más contienen adaptadores para la cama. Cabe aclarar que en pacientes con úlceras por presión, conectados a respiradores o aparatos que mantengan su estado vital, es complicado el uso inclusive de la silla.-báscula o moverlo de su camilla (Chumlea, 1988).

Es importante tomar en cuenta los cambios de peso que presenta el anciano ya que se considera un factor de riesgo para desarrollar desnutrición. Se ha asociado la pérdida de peso a una mayor estancia hospitalaria, a una menor respuesta a la intervención o a la terapia ofrecida y a un incremento en la morbi-mortalidad, entre otros (McGee, 2007).

Gutierrez, 2007; sugiere utilizar el Índice de Riesgo Nutricional (IRN), para evaluar al anciano, el cual se calcula a partir de la fórmula:

$IRN = (1.519 \times \text{albúmina sérica (g/l)}) + (41.7 \times \text{peso corporal actual/peso corporal habitual})$. Se obtiene un valor de riesgo de desnutrición y conjuntamente con el MNA puede obtenerse un diagnóstico nutricional que defina la necesidad de su ingreso a alguna institución.

La medición **de estatura** por lo general no es complicada, salvo en sujetos encamados o que presenten fracturas, artritis severa, parálisis, amputación, una pronunciada curvatura espinal debida a la edad u otra condición que limite que la persona pueda permanecer de pie erguida, en cuyo caso, se debe de realizar una estimación de la misma (Lee et al., 2007).

El conocer la estatura de una persona permite obtener el índice de masa corporal, con el que a su vez se obtiene un diagnóstico nutricional (Kuczmarski, 1989).

La estatura idealmente debe de ser evaluada con un estadímetro y su utilidad depende de que el anciano no presente encorvaduras o dificultad para mantenerse en pie. En caso de no poder realizar esta medición, existen alternativas (no exentas de error) con las que se puede estimar indirectamente este parámetro; entre ellas se encuentra la medida de la altura talón-rodilla (ATR), la media brazada, brazada completa o el medir al paciente acostado por segmentos (Lee et al., 2007).

De igual manera, existen ecuaciones para estimar estatura y dentro de las variables se encuentra por lo general la de ATR. Mendoza (2002), validó en mexicanos la utilidad de una ecuación propuesta por Chumlea (1988), siendo esta última una de las ecuaciones más utilizadas a nivel mundial para dicha estimación. En su estudio concluyó que no es adecuado seguir utilizando esta ecuación; ya que fue generada en población norteamericana y no es recomendable su uso en mexicanos. Es así que desarrolló una ecuación para AM mexicano, sin embargo enfatiza en su artículo la necesidad de validar su uso en cualquier población ajena a la que fue desarrollada (Cuadros 8 y 9).

Muchas de las ecuaciones con las que se cuenta actualmente se han desarrollado en poblaciones ajenas a la nuestra. Con excepción de la de Mendoza, en todas se ha elaborado una ecuación para cada sexo y en algunas se contempló la raza. .

Cuadro 4 Ecuaciones para estimar peso a partir de altura talón rodilla y circunferencia media de brazo

Mujeres			EE**
Raza Negra	PESO*	$(ATR*1.50) + (CB*2.58) - 84.22$	±14.52
Raza blanca		$(ATR*1.09) + (CB*2.68) - 65.51$	±11.42
Hombres			
Raza Negra	PESO*	$(ATR*0.044) + (CB*2.86) - 39.21$	±7.04
Raza blanca		$(ATR*1.10) + (CB*3.07) - 75.81$	±11.46

**=error estandar estimado en kilogramos

*Expresado en kilogramos

ATR=altura talón rodilla, CB=circunferencia media de brazo

De laboratorios Ross, Columbus OH 43210

Cuadro 5 Ecuaciones para estimar peso en personas mayores a 65 años mediante antropometría

Mujeres		EE**
PESO*	$(CMB*1.63) + (CP*1.43) - 37.46$	±4.96
	$(CMB*0.92) + (CP*1.50) + (PS*0.42) - 26.19$	±4.21
	$(CMB*0.98) + (CP*1.27) + (PS*0.40) + (ATR*0.87) - 62.35$	±3.80
Hombres		
PESO*	$(CMB*2.31) + (CP*1.50) - 50.10$	±5.37
	$(CMB*1.92) + (CP*1.44) + (PS*0.26) - 39.97$	±5.34
	$(CMB*1.73) + (CP*0.98) + (PS*0.37) + (ATR*1.16) - 81.69$	±4.48

EE**=error estándar estimado en kilogramos

CMB=circunferencia media de brazo en cm, CP=circunferencia de pantorrilla en cm, PS=pliegue subescapular en mm, ATR=altura talón rodilla en cm

Chumlea WC, Guo S, Roche AF, Steinbaugh ML, 1988. Prediction of body weight for the nonambulatory elderly from anthropometry. *Journal of the American Dietetic Association* 88:564-568

Cuadro 6. Ecuaciones para estimación de peso en sujetos mayores a 60 años de población china.

Hombres $\text{Peso} = \text{ATR cm} * 0.928 + \text{CMB cm} * 2.508 - \text{edad años} * 0.144) - 42.543$
± 9.9 kg del actual

Mujeres $\text{Peso} = \text{ATR cm} * 0.826 + \text{CMB cm} * 2.116 - \text{edad años} * 0.133) - 31.486 \pm$
10.1 kg del actual

ATR= altura talón-rodilla, CMB = circunferencia media braquial
*Jung MY *et. al*, 2004

Cuadro 7 Ecuación para estimación de peso en mujeres mexicanas

Mujeres Peso = $(1.599*ATR)+(1.135*CMB)+(0.735*CP)+(0.621*PT)+(83.123)$

Bernal-Orozco.y col 2010

ATR= altura talón-rodilla, CMB = circunferencia media braquial; CP =circunferencia de pantorrilla;
PT= pliegue tricipital

Cuadro 8 Ecuaciones para estimar estatura a partir de la altura talón rodilla, en personas de 60-80 años.

Mujeres		cm
Raza Blanca	Estatura = $ATR \text{ cm} * 1.91 - (\text{edad en años} * 0.17) + 75$	± 8.82
Raza Negra	Estatura = $ATR \text{ cm} * 1.96 + 58.72$	± 8.26
Hombres		
Raza Blanca	Estatura = $ATR \text{ cm} * 2.08 + 59.01$	± 7.84
Raza Negra	Estatura = $ATR \text{ cm} * 1.37 + 95.79$	± 8.26

ATR: altura talón rodilla
De Laboratorios Ross Columbus OHIO 43216

Cuadro 9. Ecuaciones para estimación de estatura para ancianos mexicanos

Hombres Estatura = $52.6 + (2.17 * \text{ATR cm})$

Mujeres Estatura = $73.7 + (1.99 * \text{ATR cm}) - (0.23 * \text{edad})$

ATR= altura talón-rodilla

Mendoza, et al. 2002

Contar con valores del peso y estatura permite obtener el **IMC** que es un indicador universal de diagnóstico nutricional. Para la clasificación de población adulta mayor, se recomienda seguir el criterio del “Committee on Diet and Health, del Food Nutrition Board” (Cuadro 10) (Alemán-Mateo 1999).

Cuadro 10 Comparación de clasificaciones de Índice de masa corporal

Organización Mundial de la Salud		Food Nutrition Board	
<18.5	Bajo peso	Edad	IMC
18.5-24.9	Normal	19-24	19-24
25-29.9	Sobrepeso	25-34	20-25
30-34.9	Obesidad	35-44	21-26
35-40	Obesidad II	45-54	22-27
≥40	Obesidad mórbida	55-65	23-28
		>65	24-29

2.5 Ecuaciones de predicción

Los intentos por establecer las proporciones ideales del cuerpo humano se remontan a varios siglos, se utilizan para medir la variabilidad absoluta y relativa del tamaño y forma del cuerpo humano. Dependiendo del objetivo y de lo que se pretende medir, se requerirán diferentes instrumentos, tales como básculas, plicómetros, cinta métrica o equipos más sofisticados para la medición de la composición corporal (CC).

La palabra antropometría fue acuñada por el francés George Cuvier (1769-1832) y literalmente se define como “medición del hombre” (*anthropos* y *metron*). Los primeros en darle utilidad científica a la antropometría fueron los antropólogos en aras de evaluar la variabilidad entre razas y primates. En el Renacimiento, artistas como Durero y da Vinci sistematizaron el estudio del cuerpo humano en tamaño y forma, (por ejemplo el Hombre del Vitruvio). Con el tiempo los instrumentos de evaluación corporal se han sofisticado y en la actualidad se han desarrollado métodos que permiten analizar la CC de manera fiable, reproducible y con gran exactitud, por lo que se consideran como referencia (hidrodensitometría, activación de neutrones, resonancia magnética, tomografía axial computarizada) sin embargo; su utilidad es mayormente en investigación debido a factores como el costo y falta de practicidad en su manejo. Por lo tanto, es necesario buscar alternativas al uso de estos equipos, lo que ha redundado en el desarrollo de ecuaciones que estiman diferentes compartimientos de la composición corporal (Heymsfield et al, 2007; Lee y Newman, 2007).

El desarrollo de ecuaciones requiere de métodos estadísticos, en donde la variable a predecir es la variable dependiente y las variables utilizadas en la predicción son las predictoras o independientes. Se requiere cumplir con ciertos criterios y reglas, de manera que la ecuación desarrollada sea exacta y precisa y de utilidad en cierto tipo de poblaciones (Bellido y Carreira, 2006).

Las ecuaciones de predicción se consideran excelentes para proporcionar estimaciones no solo de composición corporal sino del peso corporal total y estatura en poblaciones particulares, como es el caso de adultos mayores

(Heymsfield et al, 2007). Para el estudio de adulto mayor se cuenta con pocas ecuaciones de predicción de peso y talla. Las primeras ecuaciones se remontan a 1988 y fueron propuestas por Chumela y col, su característica es la de haber sido desarrolladas y validadas en población estadounidense. En las tablas 4-9 se muestran ecuaciones para personas de diferente nacionalidad, edad, sexo, raza y validadas con diferentes análisis estadísticos.

Bermúdez (1999), Mendoza-Nuñez et al (2002) y Bernal–Orozco et al (2010), sugieren que el desarrollo, la validación y la aplicación de ecuaciones se haga en una misma población con el objeto de minimizar los errores de estimación, ya que han comprobado que utilizar ecuaciones provenientes de otras poblaciones sobre o subestima el valor de la variable a predecir y por ende hay una alta probabilidad de obtener un diagnóstico nutricional erróneo.

Bernal-Orozco (2010), desarrolló y validó una ecuación de predicción de peso corporal para población mexicana (Cuadro 7) y Mendoza-Nuñez (2002) una para estimación de estatura (Cuadro 9); ambas son para mujeres mayores a 60 años.

Cuadro 11. Ecuaciones de predicción para peso y talla.

AÑO	AUTOR	VARIABLE PREDICHA	VARIABLES PREDICTORAS	TAMAÑO DE LA MUESTRA	POBLACIÓN	MÉTODO ESTADÍSTICO	
1988	Chumlea y col.	Peso y Estatura	CMB, CP (I) CMB, CP, PS (II) CMB, CP, PS, ATR(III)	105 hombres	Estadounidenses sin problemas para deambular.	Regresión Lineal	
				123 mujeres	Edades.- 65 a 104 años		
				11 hombres	Institucionalizados.		Validación de la ecuación: Validación Cruzada
				9 mujeres	65 a 99 años		
1997	Donini y col.	Peso y Estatura	ESTATURA, ATR, PT, PB, PSU, CCINT, CMB, CP	113 hombres	Italiana 65.4 a 81.4 años	Validación de ecuación de Chumlea: T pareada	
				172 mujeres	64.8 a 80.8 +60 años		
2002	Mendoza-Nuñez y col.	Estatura	ATR, Edad	186 hombres	Mexicana	Validación de ecuación de Chumlea (población Mexico-Americana) en mexicanas Regresión simple t- pareada	
				550 mujeres	66.8 a 82.8 años		
					Mexicana	Desarrolló ecuación para Mujeres mexicanas: Validación cruzada	
					66.8 a 82.8 años		
2004	Jung y col.	Peso	CMB, ATR, Edad	100 hombres	China	Regresión lineal múltiple. **No es para población insitucionalizada ni hospitalizada	
				200 mujeres	60 A 80 años		
2010	Bernal-Orozco y col.	Peso	ATR, CMB, CP, PT	43 mujeres	Mexicana 77 a 91.6 años 75.3 a 93.5 años	Utilizó 3 muestras de mujeres Regresión simple	
				29 mujeres			
				23 mujeres			75.7 a 92.7 años

ATR = Altura-Talón-Rodilla, CP=Circunferencia de Pantorrilla, CMB=Circunferencia Media de Brazo, PT= Pliegue tricipital, PSU =Pliegue Subescapular, PB=Pliegue Bicipital, CCINT= Circunferencia de Cintura

Como se observa en los cuadros del 4 al 11, las variables predictoras son indicadores que estadística y biológicamente se relacionan con la variable dependiente y por lo tanto son adecuadas para la generación de una ecuación. Aún cuando los indicadores antropométricos presenten un poder estadístico adecuado, si la toma de mediciones es complicada, éstas serán carentes de precisión y exactitud (Guo et al, 1996).

2.6 Métodos para el desarrollo de ecuaciones de predicción

Para llevar a cabo el desarrollo de una ecuación, es importante tener en claro cuál es la variable a predecir (variable dependiente) y las variables predictoras (variables independientes), será también necesario determinar la exactitud y precisión de la ecuación desarrollada (Bellido y Carreira, 2006).

En este sentido, la **precisión** se refiere a la eficacia de la ecuación dentro de la muestra en que se derivó; mientras que la **exactitud** es la eficacia de una ecuación de predicción cuando se aplica a una muestra independiente (Guo et al, 1996; Heymsfield et al, 2007).

Se considera que son cinco los factores que afectan la precisión y exactitud de una ecuación 1) la naturaleza y tamaño de la muestra 2) la precisión de las variables predictoras 3) validez o precisión de la variable predicha 4) la relación biológica y estadística de las variables predictoras con la variable dependiente 5) los métodos estadísticos utilizados para la generación de la ecuación (Guo et al, 1996; Bellido y Carreira, 2006, Heymsfield et al, 2007). Los primeros tres puntos son factores que se deben de tomar en cuenta cuando el investigador lleva a cabo el diseño muestral y el levantamiento de la información (la toma de medidas). Los siguientes dos puntos se deben tomar en cuenta cuando se lleve a cabo el desarrollo de la ecuación predictora.

2.7 Diseño muestral y levantamiento de la información

El diseño de la muestra y el levantamiento de la información incluyen los criterios con los cuales se decide qué individuos deben ser muestreados, el cálculo de un tamaño mínimo de muestra (debe de garantizar la representatividad de la población objetivo), el establecimiento de las variables que se medirán y la metodología e instrumentos utilizados para tomar estas mediciones.

El tamaño de la muestra requerido para un modelo estadístico depende del grado de asociación entre la variable de respuesta y las de factor pronóstico, el número de variables pronóstico y la varianza de la variable de respuesta. Si la variable de respuesta y las variables pronóstico tienen una correlación alta, se necesitará una muestra pequeña para plantear una ecuación estable (Guo et al, 1996; Norton et al, 2001).

En general, entre mayor es el tamaño de la muestra, más precisa y exacta será la ecuación de predicción. Se considera que se requiere una muestra de 100 individuos para generar una ecuación con una potencia estadística del 90%; se necesitan 100 sujetos más para lograr un aumento significativo del 1%. (Bellido y Carreira, 2006, Heymsfield et al, 2007).

Es importante hacer uso de la teoría y a su vez utilizar la estadística para calcular el tamaño de muestra. Dado que el interés es predecir una media de peso y talla, se sigue la fórmula clásica de obtención del tamaño de muestra para estimar una media según lo sugiere Wayne Daniel, 2005. En este tipo de fórmulas que dependen de intervalos de confianza, al ir obteniendo diversas estimaciones por intervalos se llegan a obtener intervalos estrechos con alta confiabilidad.

Si se observan los componentes de un intervalo de confianza, se ve que su dimensión está determinada por la magnitud del margen de error o precisión de la estimación.

Para un error estándar dado, incrementar la confiabilidad significa un coeficiente con mayor confiabilidad y esto a su vez produce un intervalo más amplio.

Por otra parte, si se fija el coeficiente de confiabilidad, la única manera de reducir la amplitud del intervalo es la reducción del error estándar, esto con el fin de obtener mayor precisión de estimación. Dado que el error estándar es igual a $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, y como σ es una constante, la única forma de obtener un error estándar menor es obtener una muestra grande. Por lo que, el tamaño final de la muestra dependerá del tamaño de σ , así como del grado de confiabilidad y dimensión del intervalo deseado. Así, la ecuación adecuada para establecer el tamaño mínimo muestral de estimación de una media está dada por:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{d^2}$$

Donde Z^2 es el valor de riesgo α fijado, suele ser 0.05, se sugiere tener un valor de 0.01

σ^2 se refiere a la desviación estándar de la población total

d^2 es el error aceptado en la estimación de la variable

2.8 Estrategia metodológica para desarrollar ecuaciones predictoras de peso y yalla

Las ecuaciones de predicción derivan del método de mínimos cuadrados que le fue atribuido a Carl Friedrich Gauss y deben de cumplir con ciertos supuestos:

- **Linealidad:** un análisis de regresión lineal supone relación entre los valores de la variable predicha y las variables predictoras. La linealidad se evalúa con la fuerza mostrada por la linealidad o no linealidad plasmada en un diagrama de dispersión. La nube de puntos resultante deberá de ser semejante a una línea recta con mayor o menor dispersión a su alrededor. Las variables predictoras que no mantengan una aparente linealidad, deberán de transformarse para evitar errores de estimación.
- **Homocedasticidad:** Este supuesto se refiere a que las varianzas de los errores son iguales. Visualmente, las violaciones a este supuesto podrían observarse en un diagrama de dispersión de los residuales, específicamente al comparar los valores observados contra los ajustados. Si hay presencia de heterocedasticidad, el patrón descrito por los puntos no será el de una línea recta de 45 grados. Sin embargo, existen pruebas de mayor precisión que permiten verificar este supuesto. La más común y recomendada es la propuesta por Breusch-Pagan. En caso de que no se cumpla con este supuesto, como en los casos en que se tengan residuales siempre del mismo signo y de valores elevados, se dice que existe heterocedasticidad.
- **Normalidad:** el análisis de regresión supone que los residuales se distribuyen de manera normal. La normalidad puede evaluarse por medio de la prueba de Shapiro y Wilks y observando el comportamiento de los residuales en un gráfico de normalidad.

- **Parsimonia:** se refiere a la selección de un número adecuado de variables predictoras que permiten obtener el mejor modelo de estimación. Al momento de seleccionar las variables predictoras se corre el riesgo de que algunas tengan un alto coeficiente de correlación y por ende varias de ellas pueden explicar o estimar lo mismo, lo que reduce la precisión de los coeficientes de regresión estimados. Lo anterior implica que aun cuando la ecuación tenga un valor elevado de R^2 , el modelo será poco fiable cuando se aplique a muestras diferentes a la utilizada para el desarrollo de la ecuación. La presencia de multicolinealidad puede detectarse con el valor de inflación de la varianza (FIV), dado por $1/(1 - R^2)$, donde R^2 se deriva de la regresión de una variable predictora en las otras variables predictoras. Esto se evita al eliminar del modelo las variables que expliquen o aporten la misma información que otras. El FIV debe de ser menor a 10 y se considera que existe multicolinealidad cuando el FIV es superior, para lo cual deberán de eliminarse las variables que presenten menor correlación con la variable predicha mediante la regresión escalonada (Step-wise) y la eliminación hacia atrás. Si existen demasiadas variables de predicción en una ecuación, se aumenta la probabilidad de multicolinealidad. El coeficiente (C_p) de Mallows, es un índice del número adecuado de variables de factor pronóstico que conviene incluya una ecuación. Si una ecuación tiene un C_p bajo y un valor elevado de R^2 , con valores mínimos de errores, se tendrá un sesgo y multicolinealidad menor.

Las posibles variables predictoras a incluir en el modelo deben de contar con relación biológica y estadística respecto a la variable predicha. Es decir, se sabe que para obtener el porcentaje de grasa se requiere incluir indicadores que tengan relación con el tejido adiposo, como son los panículos adiposos y los diámetros corporales, por lo que no se deben elegir medidas que contemplen segmentos corporales ya que no predicen el porcentaje de grasa corporal, dada la falta de asociación.

La precisión del modelo se verificará a través de un análisis descriptivo de los residuales. Tal como se indica más adelante; en las hipótesis se plantea que la mayoría de los errores (al menos un 75%) se concentren alrededor de los 2.5kgs para la variable de peso y 2.5 cm para talla.

2.9 Validación de ecuaciones de predicción

Una vez cubiertos los supuestos para el desarrollo de un modelo estadístico de ecuación de predicción, es necesario contemplar la validación de la ecuación desarrollada. Se puede realizar una validación cruzada para corroborar que sea de utilidad según los errores obtenidos de los valores predichos contra los valores reales (Heymsfield et al, 2007).

La validación cruzada consiste en la aplicación de una ecuación de predicción a una muestra independiente o distinta a la que se generó. Los datos de las variables predictoras y predichas en la muestra de la validación cruzada deben de obtenerse utilizando los mismo métodos y procedimientos que fueron empleados para generar la ecuación. De aquí parte que se debe calcular el error puro (EP), que se calcula como la raíz cuadrada de la suma de las diferencias cuadradas entre los valores observados y predichos, divididos entre el número de sujetos en la muestra de validación cruzada. El EP y la raíz cuadrada de los errores (RMSE) son similares en concepto pero pueden diferir numéricamente. La regla se basa en que el error puro debe ser similar al RMSE de la misma ecuación para la muestra de validación. Entre mas pequeño sea el EP más exacta será la ecuación cuando se aplique a una muestra independiente. Si el EP es grande indica que la predicción fue desatinada cuando la ecuación se sometió a una validación cruzada, lo que refleja diferencias entre las muestras de predicción y las de validación cruzada (Guo et al., 1996, Bellido y Carreira, 2006; Norton et al., 2001; Heymsfield et al, 2007).

III JUSTIFICACIÓN

El peso y la talla forman parte de los indicadores de mayor utilidad en el diagnóstico nutricional. Son mediciones que se caracterizan por ser sencillas, reproducibles, de bajo costo y no invasivas. Si bien la antropometría es sencilla, se requiere que las mediciones las realice una persona bien capacitada y estandarizada, con ello se puede lograr mayor precisión en los resultados.

Mediciones como la estatura no tienen relevancia en la evaluación nutricional del paciente mayor, es en conjunto con otros indicadores como el peso con el que se logra obtener el índice de masa corporal que se utiliza prácticamente en toda evaluación nutricional, inclusive en la evaluación de tamizaje nutricional (Jung et al 2007). El peso y la estatura además de ser de gran utilidad para el diagnóstico nutricional en el AM, se requieren para dar seguimiento a la evolución de un paciente institucionalizado o encamado (Lee et al, 2007, Mazza et al, 2007)

Es frecuente que no se pueda obtener el peso y/o la estatura de un AM, ya sea por falta de instrumentos adecuados o por condiciones de salud que le impiden subirse a una báscula o mantener una posición erguida con la que puedan obtenerse valores confiables de estos indicadores. Para solventar lo anterior se han utilizado ecuaciones de predicción desarrolladas y validadas en otros países, y que presentan errores de estimación de hasta $\pm 15\text{kg}$ ó $\pm 7\text{cm}$. Se sabe además que la raza, edad, sexo y la composición corporal son factores que hacen necesario el desarrollar ecuaciones para cada población en particular. De manera más reciente se publicaron ecuaciones en mexicanos, mismas que deben de validarse previo a su utilización.

Ante la carencia de ecuaciones y la falta de validación de las ya publicadas, es que se pretende desarrollar y validar ecuaciones en población queretana.

IV. HIPÓTESIS

Con el uso de indicadores antropométricos se puede desarrollar y validar ecuaciones que estimen el peso y la estatura de mujeres adultas mayores de Querétaro con o sin enfermedad con un error máximo de ± 2.5 kg y ± 2.5 cm respectivamente.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Desarrollar y validar ecuaciones predictoras de estatura y peso corporal por medio de antropometría en mujeres adultas mayores sanas.

5.2 Objetivos particulares

Desarrollar una ecuación con base en antropometría para estimar peso en mujeres AM funcionalmente sanas.

Desarrollar una ecuación con base en antropometría para estimar estatura en mujeres AM funcionalmente sanas.

Validar la ecuación de peso propuesta en este trabajo, en mujeres adultas mayores sanas y enfermas.

Validar las ecuaciones desarrolladas por Mendoza y Bernal-Orozco, en mujeres AM funcionalmente sanas.

VI MATERIAL Y MÉTODO

Fue un estudio de tipo descriptivo, transversal, que se llevó a cabo en la Unidad Metabólica y en la Clínica de Nutrición de la Facultad de Ciencias Naturales, Campus Juriquilla, Universidad Autónoma de Querétaro, de agosto del 2009 a mayo del 2011.

En el diseño de las ecuaciones se incluyeron 120 mujeres mayores de 60 años, residentes del estado de Querétaro, funcionalmente independientes y sin enfermedades que modificaran el peso y la estatura.

El cálculo de la muestra se obtuvo con la fórmula de tamaños muestrales para estimar medias (Wayne Daniel 2005) y tomando en cuenta los trabajos de Heymsfield et al (2007) que sugieren que el desarrollo de ecuaciones de predicción requieren un tamaño de muestra no menor a 100 sujetos. Para estimar el tamaño de muestra se utilizaron los datos de la población queretana (entidad 22) publicados en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del 2006 para mujeres de 60 años y más; en las que el peso y estatura promedio reportados fueron de 58.47 ± 10.55 kg y de 147.6 ± 6.18 cm, respectivamente. Se utilizó el programa estadístico SPSS v10.

Para el cálculo del tamaño de muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{d^2}$$

Donde Z^2 es el valor al riesgo α fijado que fue menor al sugerido (0.01), σ^2 desviación estándar de la población total y d^2 es el error esperado de la variable predicha (datos de referencia, cuadro12).

$z^2 = 6.604$, $\sigma^2 = 38.06$, $d^2 = 2.25$ $n = 112.5$ para estatura

$z^2 = 6.604$, $\sigma^2 = 111.09$, $d^2 = 6.25$ $n = 118.11$ para peso.

Cuadro 12. Datos de ENSANUT 2006, para el cálculo de la muestra de Querétaro, Mujeres, 60 y más años

	N (ENSANUT 2006)	Mínimo	Máximo	Media	Desv Típ.-- -s	Z	d	N	Muestra según ecuación Daniel Wayne (2005)
PESO N	21263	37.200	89.400	58.475	10.548	-2.576	2.5	71114	118.118
TALLA N	21263	133.200	164.900	147.620	6.178	-2.576	1.5	71114	112.546
N válido	21263								115.332

El estudio contempló dos fases, **la primera** fue el desarrollo de ecuaciones y la **segunda** su validación.

Para acceder a grupos de AM y dar a conocer el proyecto e invitarlos a participar, se acudió al Centro Gerontológico del DIF Estatal “Plan Vida” y al Centro de día de Atención al Adulto Mayor del DIF Municipal, “Nänxu”. El DIF municipal proporcionó un listado de grupos de reunión de AM en el municipio de Querétaro. Se contactó a las encargadas de diferentes grupos, se les solicitó un espacio para dar información respecto al proyecto y las características requeridas para ser candidato. Los voluntarios firmaron carta de consentimiento informado, se agendaron las citas y se les recogió en el lugar y fecha acordada. A los participantes se les trasladó a la Unidad Metabólica o Clínica de Nutrición de la Facultad de Ciencias Naturales donde iniciaron los estudios alrededor de las 8:15 am y se les regresó aproximadamente a las 12:00pm.

Se les solicitó que se presentaran en ayuno de la mañana, sin el consumo de bebidas alcohólicas 48hrs previas a la evaluación, sin tomar baños de vapor o sauna 24 horas previas al estudio. Se les proporcionó una bata y un short (expresamente diseñados para el estudio), con el objeto de que portaran la misma cantidad de ropa y no hubiera discrepancias en el peso.

Las mediciones se llevaron a cabo siguiendo la técnica de Lohman (1988), con el sujeto en bipedestación o sentado, según correspondiera a la medición. Todas las mediciones fueron realizadas por un mismo investigador y en el lado

izquierdo del cuerpo. Se obtuvo el peso corporal con una báscula digital marca Seca robusta 813, máxima capacidad 200 kg y divisiones de 100g, calibrada con pesas estandarizadas de 5 y 10kg. Para la estatura se utilizó un estadímetro Harpenden, portátil (Holtain Ltd Crosswell, Crymych UK) con contador en mm y rango de 810-2060 mm ± 0.1 cm; para la medición de diámetros (medio de brazo, músculo y pantorrilla), se utilizó una cinta métrica metálica marca Rosscraft de 2m de largo y divisiones en cm y mm. Los panículos adiposos médicos, fueron de bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco y se utilizó un Plicómetro Lange (Beta Technology Incorporated Cambridge Maryland) con presión uniforme de 10g/mm² en la superficie de contacto y una amplitud de 0 a 70 cm y divisiones en mm.

Con base en los datos obtenidos de estas mediciones, se desarrollaron **ecuaciones** para predecir peso y estatura, cumpliendo con los procedimientos para garantizar su precisión.

De manera inicial se obtuvo una matriz de correlación (Cuadro 13) en la que se incluyeron todas las variables mencionadas renglones arriba y se evaluaron las características estadísticas de cada variable predictora y la colinealidad con respecto al peso y talla. Para verificar la existencia de relaciones estadísticas entre las variables dependientes y las independientes, además de poder seleccionar la medida más adecuada de secciones anatómicas donde se tomó más de un tipo de medición, se corrieron regresiones lineales simples de cada una de las variables independientes contra el peso o la estatura como variables dependientes.

El desempeño de las variables se evaluó tomando en cuenta su poder biológico (cuadro 14) para explicar las variables dependientes, mayor R² (Figura 6 y 7) y la factibilidad de realizar la medición. De esta manera se fueron seleccionando las variables predictoras y se descartaron las variables que mostraran bajos niveles de asociación o que no fueran tan sencillas de medir en la práctica clínica.

Cuadro 13. Matriz de correlación

		Edad	CCint.Umb. .Acost.	C. cad	C.cu ello	C. muñe ca	ATR CM	CMB	CMM	CP	PCT	PCB	PSub	P. Supra	P.mu slo	P.panto
Edad	Correlación de Pearson	1	.086	-.033	.104	-.002	-.085	-.190	-.161	-.099	-.313	-.311	-.146	-.164	-.159	-.053
	Sig. (bilateral)		.353	.717	.259	.987	.357	.037	.078	.281	.001	.001	.113	.075	.084	.565
	N	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	119	120	120
CCint.Umb. Acost.	Correlación de Pearson	.086	1	.841	.563	.232	.316	.674	.445	.385	.453	.391	.518	.581	.386	.497
	Sig. (bilateral)	.353		.000	.000	.011	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	119	120	120
C. ca	Correlación de Pearson	-.033	.841	1	.496	.270	.320	.740	.530	.440	.554	.446	.477	.574	.492	.590
	Sig. (bilateral)	.717	.000		.000	.003	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	119	120	120
C.cuello	Correlación de Pearson	.104	.563	.496	1	.498	.265	.587	.371	.400	.342	.326	.393	.369	.220	.215
	Sig. (bilateral)	.259	.000	.000		.000	.003	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.016	.018
	N	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	119	120	120
C. Muñeca	Correlación de Pearson	-.002	.232	.270	.498	1	.181	.391	.235	.309	.206	.266	.221	.186	.099	.107
	Sig. (bilateral)	.987	.011	.003	.000		.048	.000	.010	.001	.024	.003	.015	.043	.282	.246
	N	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	119	120	120
ATR CM	Correlación de Pearson	-.085	.316	.320	.265	.181	1	.206	.133	.126	.386	.221	.257	.164	.286	.368
	Sig. (bilateral)	.357	.000	.000	.003	.048		.024	.147	.171	.000	.015	.005	.075	.002	.000
	N	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	119	120	120
CMB	Correlación de Pearson	-.190	.674	.740	.587	.391	.206	1	.609	.479	.711	.674	.537	.538	.478	.488
	Sig. (bilateral)	.037	.000	.000	.000	.000	.024		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	119	120	120
CMM	Correlación de Pearson	-.161	.445	.530	.371	.235	.133	.609	1	.563	.488	.476	.426	.323	.248	.283
	Sig. (bilateral)	.078	.000	.000	.000	.010	.147	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.006	.002
	N	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	119	120	120
CP	Correlación de Pearson	-.099	.385	.440	.400	.309	.126	.479	.563	1	.333	.230	.268	.293	.231	.070
	Sig. (bilateral)	.281	.000	.000	.000	.001	.171	.000	.000		.000	.012	.003	.001	.011	.446
	N	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	119	120	120
PCT	Correlación de Pearson	-.313	.453	.554	.342	.206	.386	.711	.488	.333	1	.741	.559	.487	.631	.636
	Sig. (bilateral)	.001	.000	.000	.000	.024	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000
	N	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	119	120	120
PCB	Correlación de Pearson	-.311	.391	.446	.326	.266	.221	.674	.476	.230	.741	1	.487	.479	.502	.508
	Sig. (bilateral)	.001	.000	.000	.000	.003	.015	.000	.000	.012	.000		.000	.000	.000	.000
	N	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	119	120	120
P.sub	Correlación de Pearson	-.146	.518	.477	.393	.221	.257	.537	.426	.268	.559	.487	1	.561	.438	.428
	Sig. (bilateral)	.113	.000	.000	.000	.015	.005	.000	.000	.003	.000	.000		.000	.000	.000
	N	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	119	120	120
P. supra	Correlación de Pearson	-.164	.581	.574	.369	.186	.164	.538	.323	.293	.487	.479	.561	1	.286	.359
	Sig. (bilateral)	.075	.000	.000	.000	.043	.075	.000	.000	.001	.000	.000	.000		.002	.000
	N	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119
P.muslo	Correlación de Pearson	-.159	.386	.492	.220	.099	.286	.478	.248	.231	.631	.502	.438	.286	1	.657
	Sig. (bilateral)	.084	.000	.000	.016	.282	.002	.000	.006	.011	.000	.000	.000	.002		.000
	N	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	119	120	120
P.panto	Correlación de Pearson	-.053	.497	.590	.215	.107	.368	.488	.283	.070	.636	.508	.428	.359	.657	1
	Sig. (bilateral)	.565	.000	.000	.018	.246	.000	.000	.002	.446	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	119	120	120

CCint.Umb.Ac.: circunferencia umbilical acostado; C cad: circunferencia de cadera; C cuello: circunferencia de cuello; C muñeca: circunferencia de muñeca; ATR CM: altura talón rodilla con cinta métrica; CMB: circunferencia media de brazo; CMM: circunferencia media de muslo; CP: circunferencia de pantorrilla; PCT: pliegue cutáneo tripital; PCB: pliegue cutáneo bicapital; PSub: pliegue subescapular; PSupra: pliegue suprailíaco; Pmuslo: pliegue de muslo; P panto: pliegue de pantorrilla

Cuadro 14. Variables independientes de acuerdo a su asociación biológica agrupadas en tres compartimentos de Composición Corporal

Masa Muscular	Circunferencia de pantorrilla Circunferencia media de brazo Circunferencia media de Muslo Pliegue muslo Pliegue de pantorrilla
Masa Grasa	Circunferencia de cuello Circunferencia de cintura acostada Circunferencia de cintura media Circunferencia de cintura umbilical Circunferencia de cadera Pliegue subescapulara
Masa Ósea	Complexión: Circunferencia de muñeca Diámetro de Húmero Altura-Talón- Rodilla 1 Altura-Talón-Rodilla 2

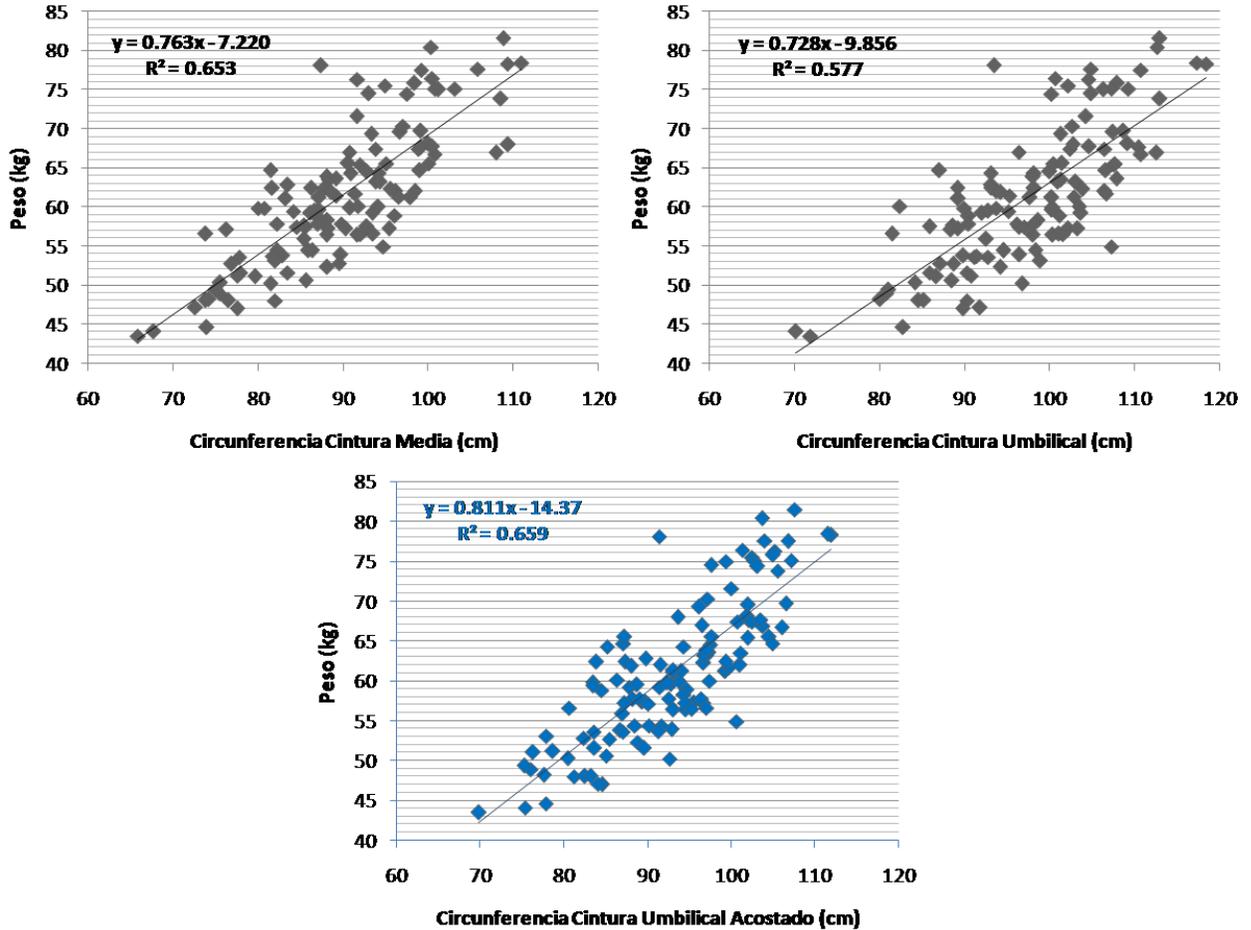


Figura 6 Correlación entre la variable dependiente peso con la variable independiente: circunferencia de cintura tomada con tres diferentes metodologías (Se seleccionó circunferencia umbilical acostado por su mayor R^2 y su factibilidad en la clínica diaria).

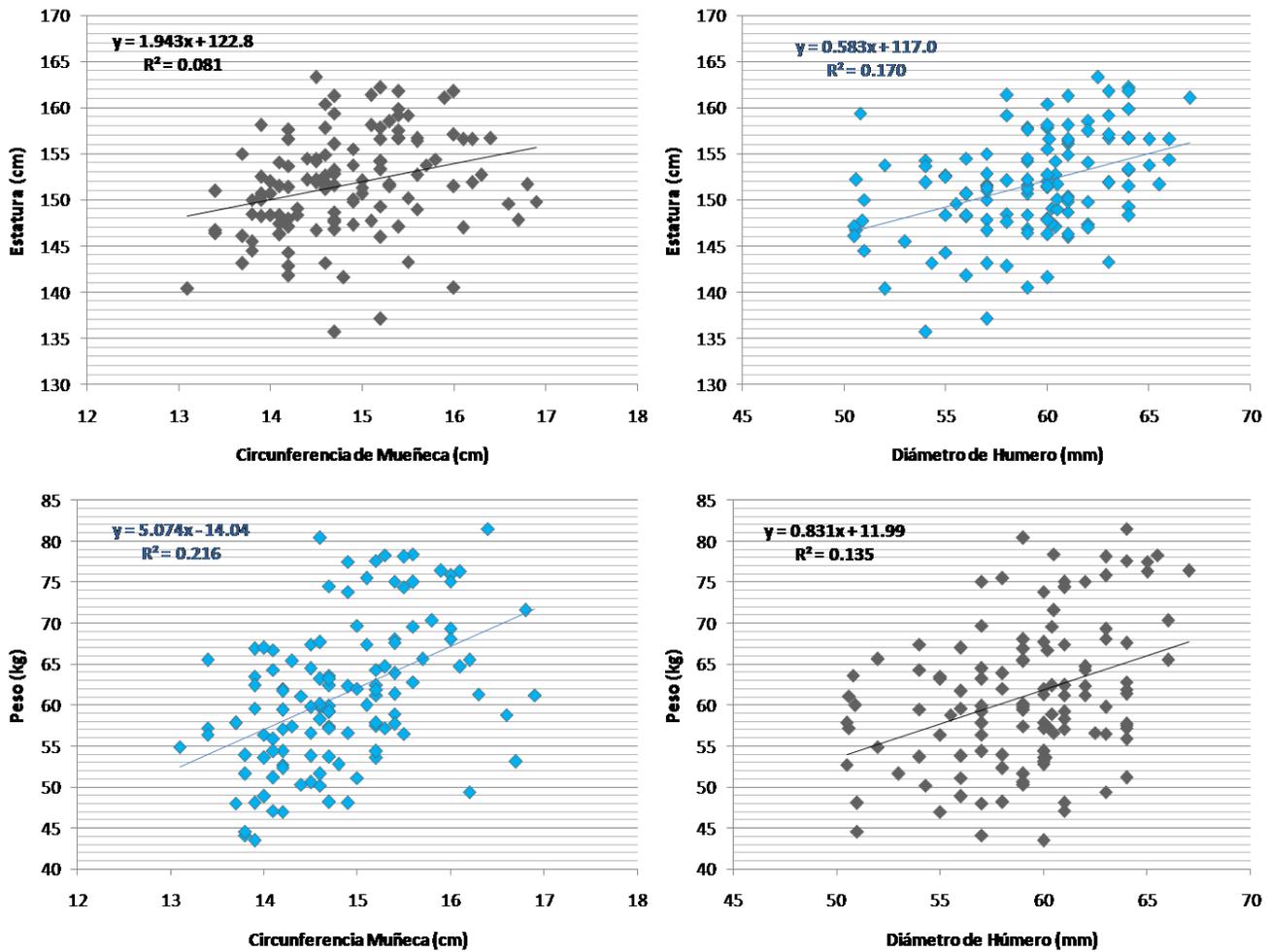


Figura 7 Correlación entre la variable dependiente peso y estatura con la variable independiente: circunferencia de muñeca y diámetro de húmero (Se seleccionó para peso circunferencia de muñeca y para estatura diámetro de húmero por su mayor R^2 y su factibilidad en la clínica diaria).

Para obtener la(s) ecuación(es) de peso y estatura, se utilizó el método de pasos hacia atrás (Cuadros 15 y 16). Para el indicador de peso corporal, se plantearon 6 posibles modelos, en tanto que para estatura solo fueron 2 por el número reducido de variables predictoras. Se eligieron los modelos con mayor nivel de confiabilidad en la prueba de significancia de la regresión (ANOVA) y mayor R^2 corregida, y que cumplieran con los supuestos de mínimos cuadrados ordinarios, garantizando linealidad, minimizando el error y evitando multicolinealidad. Al finalizar el análisis estadístico de selección se obtuvo un modelo para cada variable a predecir, cumpliendo con la relación biológica y estadística de las variables predictoras con la variable dependiente (Cuadros 17 y 18).

Cuadro 15 .Variables introducidas/eliminadas para el modelo de peso

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	P.pantorilla , CP, C. MUÑECA, talon-rodilla CM, P. suprailiaco , CMM, C.cuello		Introducir
2	P.subescapular , PCB , P.muslo , Cint.Umb.Acost., PCT , CMB, C. cadera	PCB	Hacia atrás (criterio: Prob. de F para salir >= .100).
3		PCT	Hacia atrás (criterio: Prob. de F para salir >= .100).
4		P.subescapular	Hacia atrás (criterio: Prob. de F para salir >= .100).
5		P.muslo	Hacia atrás (criterio: Prob. de F para salir >= .100).
6		P.pantorrilla	Hacia atrás (criterio: Prob. de F para salir >= .100).

Cuadro 16 Resumen del modelo de peso

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	.970	.940	.932	2.2878
2	.970	.940	.933	2.2770
3	.970	.940	.934	2.2679
4	.970	.940	.934	2.2588
5	.969	.940	.934	2.2585
6	.969	.939	.934	2.2536

Cuadro 17 Variables independientes para el modelo de predicción de estatura

	Coeficientes no estandarizados	
	B	Error típ.
(Constante)	116.309	7.831
Diámetro de Húmero (DH)	0.403	0.096
Edad	-0.264	0.063
Altura talón-rodilla CM (ATRCM)	0.702	0.097

Cuadro 18 Variables independientes para el modelo de predicción de peso

	Coeficientes no estandarizados	
	B	Error típ.
(Constante)	-68.555	5.634
Circunferencia Media de Brazo (CMB)	1.220	0.143
Circunferencia Cintura Umbilical Acostado (CCint.Umb.Acost)	0.388	0.043
Circunferencia de Muñeca (CM)	1.502	0.375
Altura-talón-rodilla Cinta Métrica (ATR-CM)	0.547	0.075
Circunferencia de Pantorrilla (CP)	0.361	0.095

Segunda fase (validación de ecuaciones).

La ecuación de peso se validó en una muestra independiente de 50 mujeres en las que no importó su condición de funcionalidad o presencia de alguna patología.

En esta segunda fase también se validaron dos ecuaciones publicadas para población mexicana, de Bernal-Orozco para peso y Mendoza para estatura.

En este ejercicio se comparan los valores estimados con los valores observados para peso y talla, esperando una pendiente igual o cercana al valor 1 y una línea de 45° (Figura 8 y 9).

VII RESULTADOS

La población de mujeres queretanas, presentaron una edad promedio de 68.50 años con un peso de 61.19 kg y una estatura de 151.61 cm.

La ecuación predictora de peso fue la siguiente:

$$\text{Peso} = -68.55 + (\text{CMB} * 1.220) + (\text{CCA} * 0.388) + (\text{CM} * 1.502) + (\text{ATR} * 0.547) + (0.361 * \text{CP})$$

En donde: CMB.- circunferencia media de brazo (cm); CCA.-circunferencia de cintura acostado (cm); CM.- circunferencia de muñeca (cm); ATR.- altura talón rodilla (cm) y CP.- circunferencia de pantorrilla

Esta ecuación no presentó multicolinealidad evaluado con el Factor de Inflación de la Varianza de 2.2, por Durbin & Watson de 1.816 y una R^2 corregida de 0.886, lo que garantiza una alta asociación lineal (Figura 6).

Para la ecuación de estatura, la ecuación fue la siguiente:

$$\text{Estatura} = 116.309 + (0.402 * \text{DH}) + (\text{EDAD} * -0.264) + (\text{ATR} * 0.702)$$

donde: DH.- diámetro de humero (mm); ATR.-altura talón rodilla (cm); edad (años).

La R^2 corregida fue de 0.497, una F de 40.165 y un Durbin & Watson de 1.72 (Figura 7).

El proceso de validación para la ecuación de peso se realizó comparando los datos predichos con los observados (Figura 8). Donde se obtuvo una pendiente de 1.024, lo que se interpreta que por cada kilogramo se subestima el peso real en 0.024 gramos; es decir hay subestimación en el 13% de los casos. La ecuación presenta un error medio de estimación en peso de ± 3.424 kg, dado por el estadístico de desviación absoluta de la media. Lo que permite cumplir con el criterio de exactitud al aplicar la ecuación en una muestra independiente ya que el

error que se obtuvo es aceptable en comparación con los errores de las ecuaciones que se han desarrollado y validado en otras poblaciones.

Al validar la ecuación de Chumlea (1988) para peso, con la ecuación desarrollada en este trabajo, los errores fueron de $\pm 18.02\text{kg}$ para la ecuación para raza blanca y $\pm 10.54\text{kg}$ para raza negra. Para la ecuación de Bernal-Orozco (2010) fueron de $\pm 6.28\text{kg}$; utilizando el mismo estadístico de desviación absoluta de la media.

En la validación de la ecuación de estatura de Mendoza presentaron errores de estimación hasta de $\pm 7.41\text{ cm}$.

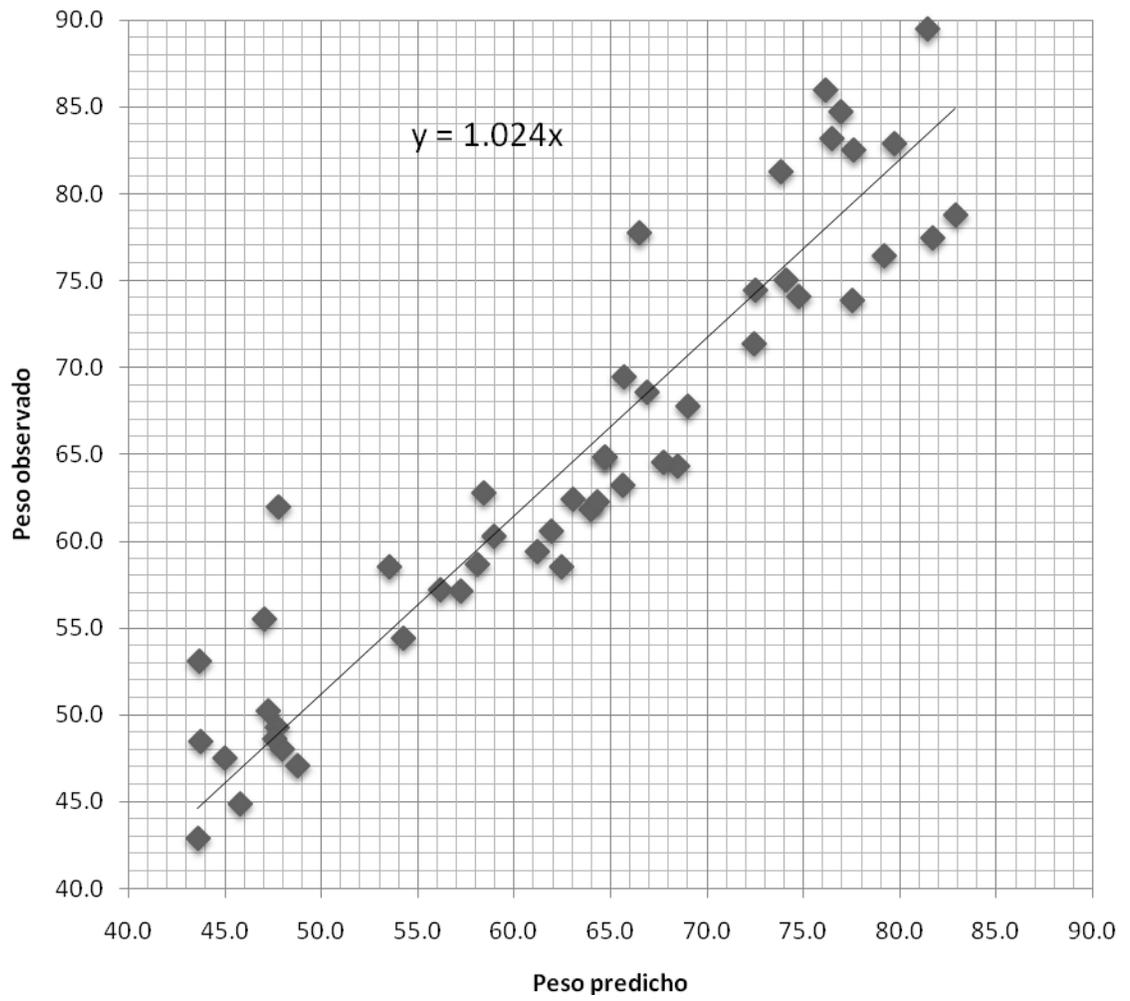


Figura 8. Peso estimado vs peso observado

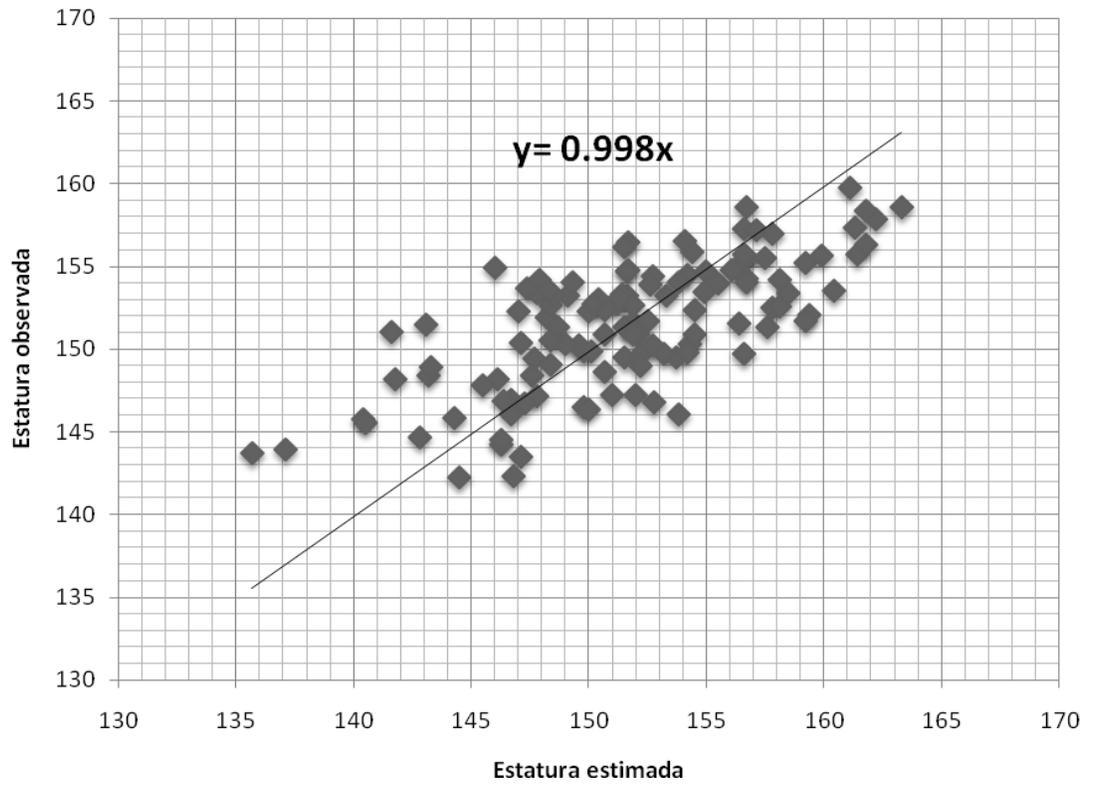


Figura 9. Estatuta estimada vs estatuta observada

VIII DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para la estimación del tamaño de muestra, se utilizaron datos de peso y talla reportados para el Estado de Querétaro del área urbana, según la ENSANUT del 2006.

La selección de las variables predictoras llevó un análisis exhaustivo en el que se encontró abanico de posibilidades para obtener diferentes combinaciones de variables. La elección de las variables que se incluyeron en los modelos fue según su poder estadístico y que fueran factibles de realizar. De manera expresa se evitó que las ecuaciones tuvieran parámetros adiposos dentro de las variables predictoras, ya que ello requiere de una capacitación y estandarización con la que no siempre se contará.

Es así que las ecuaciones desarrolladas incluyeron indicadores relativamente sencillos de medir en pacientes mayores de 60 años, que pueden encontrarse encamados, postrados o que presenten dificultades para ponerse de pie. La ventaja de estas ecuaciones es que pueden utilizarse en clínicas, hospitales, asilos o estancias para adulto mayor. El equipo requerido es económico (cinta métrica y un calibrador tipo vernier) y fácil de utilizar, lo que permitirá complementar el diagnóstico clínico y ofrecer una atención integral al adulto mayor.

Las ecuaciones desarrolladas presentan errores de estimación que son menores al compararlos con los errores de las ecuaciones de Bernal-Orozco y Chumlea. La ecuación de Chumlea durante años ha sido la alternativa para estimaciones indirectas, por lo que esta nueva ecuación es una alternativa fiable para utilizar en nuestra población. Lo que refuerza la importancia del desarrollo de ecuaciones específicas para cada población, así como el llevar a cabo la validación en muestras independientes pero con características similares.

Las diferencias encontradas entre la ecuación desarrollada y la publicada por Mendoza, se puede deber a que esta ecuación se desarrolló en un grupo heterogéneo de la ciudad de México, donde el autor refiere que la población provenía de diferentes Estados del país,

La población del estudio de Mendoza fue de 550 mujeres y 186 hombres, corresponde a un 21% más que nuestra población de estudio e incluyó hombres. La estatura promedio de las 550 mujeres fue de 149.3 cm, presentando 2.31cm menos de la estatura promedio del presente estudio. Es importante referir que el rango de edad por el estudio de Mendoza fue de 60 a 97 años, en comparación a nuestra muestra de 60-86; lo que implica que incluyó sujetos 10 años más grandes que en esta propuesta. Lo anterior refuerza lo señalado renglones arriba. En relación a la necesidad de desarrollar ecuaciones por grupos de edad.

Es quizá necesario que en México se desarrollen ecuaciones por regiones geográficas, con el propósito de minimizar los errores de predicción. Una vez que se tenga un gran tamaño de muestra, se podrá evaluar el desarrollo de una ecuación a nivel Nacional.

La ecuación de estatura desarrollada, presentó una R^2 pequeña, es probable que este valor pueda mejorar si se toman en cuenta otras mediciones de segmentos (largo de brazo, largo de pierna), lo que se debe de contemplar en investigaciones futuras. Para la validación de esta ecuación, no se contó con un estándar de oro, ya que de momento no hay instrumento que mida la estatura sin error en el AM.

La validación de una ecuación de estatura se vislumbra compleja en población anciana. Una propuesta es la obtención de datos antropométricos de sujetos jóvenes que se sigan después de los 60 años, estimando cambios razonables y acordes a la edad.

La ecuación de peso cumplió con lo propuesto por Heymsfield, al ser una ecuación con precisión y exactitud. La ecuación de estatura careció de ello.

Se pretende que con esta investigación que lleva procesos estadísticos rigurosos y con sustento científico, se pueda incrementar el tamaño de muestra y mejorar el poder estadístico. Se pretende desarrollar una ecuación para hombres y así contar con ecuaciones para ambos sexos. De interés también será el realizar cortes por décadas, 60 a 69 años, 70 a 79 y de 80 años en adelante y evaluar si hay diferencias significativas y que impliquen ecuaciones particulares o si es posible hacer correcciones o ajustes en una misma ecuación.

El proceso de desarrollo de ecuaciones, presenta como limitante el contar con una muestra muy específica o selecta, por lo que lleva más tiempo juntar el tamaño de muestra.

El contar con ecuaciones de estimación de peso y estatura permitirá contar con el primer diagnóstico nutricional requerido en todo expediente nutricional y que es el índice de masa corporal. A partir de éste, se puede ofrecer un diagnóstico nutricional inicial, con el cual se pueden tomar decisiones en relación al tratamiento o intervención que convenga llevar a cabo, anteponiendo la calidad de vida del sujeto en cuestión.

XIX. REFERENCIAS

- Andrade, F.B., Franca, A., Makumbundu, P., 2008. Relationship between oral health, nutrient intake and nutritional status in a sample of Brazilian elderly people. *J of Gerontol*, 26: 40–45
- Alemán-Mateo, H., Esparza, R.J., Valencia, M.E. 1999. Anthropometry and body composition in persons over 60: The importance of physical activity. *Salud Pública México* , 41:309-316.
- Alemán-Mateo, H., Esparza, J., Nayeli, M., Salazar, G., Hernandez, T., Valencia, M. 2004. Body composition by three-compartment model and relative validity of some methods to assess percentage body fat in Mexican healthy elderly subjects. *J Gerontol*, 50:366-172.
- Bhatia, S.P., Swami, H.M., Thakur, J.S., Bhatia, V., 2007. A study of health problems and loneliness among the elderly Chandigarh. *Indian Journal of Community Medicine*, 32: 255-258.
- Bales, C.W., y Ritchie, C.S., 2002. Sarcopenia weight loss and nutritional frailty in the elderly. *Ann Rev Nutr*, 22:309–23.
- Baumgartner, R. N., Heymsfeld, S.B., Lichtman, S., Wang, J., Pierson, R. N., 1991. Body composition in elderly people: effect of criterion estimates on predictive equations. *Am J Clin Nut* , 53:1345-1353.
- Bellido, D., y Carreira, J., 2006. Desarrollo de ecuaciones predictivas para el cálculo de composición corporal por impedanciometría. *Rev Esp Obes*, 4(2): 97-106
- Bernal-Orozco, MF., Vizmanos-Lamotte, B., Hunot-Alexander, C., Flores-Castro, M., Leal-Mora, D., Fernández-Ballart, JD., Celis de la Rosa, AJ., 2010. Equation to estimate body weight in elderly Mexican women using anthropometric measurements. *Nutr Hosp* 25(4):648-655
- Berkhout, AM., Cools, H.J., Van- Houweljngen, H., 1998. The relationship between difficulties in feeding oneself and loss of weight in nursing-home patients with dementia. *Age and Ageing*, 27:637-641.
- Bermúdez, O.I., Becker, E.K., Tucker, K.L., 1999. Development of sex-específic equations for estimating stature of frail elderly Hispanics living in the northeastern United States. *Am J Clin Nutr*; 69:992-8
- Bowman, B., y Rosenberg, I., 1982. Assessment of the nutritional status of the elderly. *Am J Clin Nutr*, 35:1142-1151.
- Bustos, S.R., Mesa, S.A., Bustos, M.A., López, H.G., Gutiérrez, H.H., 2004. Hipertensión arterial en el paciente anciano del occidente de México. *Rev Cubana Med Gen Integr*; 20: 5-6

- Celestino-Soto MI, Salazar-Gonzalez BC, Novelo Huerta HI. (2008). Nutrición y desempeño cognitivo del adulto mayor. *Aquichán*, ISSN 1657-5997, 8:159-169.
- Chumlea, W., y Baumgartner, R., 1989. Status of anthropometry and body composition data in elderly subjects. *Am J Clinl Nutr* , 50:1158-1166.
- CONAPO, 2009a. Memorias del Foro nacional “Las políticas de Población en México. Debates y Propuestas para el Programa Nacional de Población” 2008-2012”. En García JE, García C. *Acciones institucionales y atención al proceso de envejecimiento, 2001-2006*. Abril 2009, 1ª Ed, México, D.F.
- CONAPO,2008 CEPAL, XXXII –Período de sesiones de la comisión económica para América Latina y El Caribe., 2008. *Informe de México: El cambio demográfico, el envejecimiento y la migración internacional en México*, Santo Domingo, Rep Dominicana.
- Davies, P.S.W., y Cole, T.J., 2004. Rolland-Cachera MF, Prediction of adult body composition from infant and child measurements. En *Body Compossition techniques in health and disease*. New York, USA: Digital Printing edition.
- De-Voss, S., Solís, P., y Montes de Oca, V., 2004. Receipt of assistance and extended family residence among elderly men in Mexico. *Int J Aging Hum Dev*; 58(1): 1-27.
- Di-Monaco, M., Vallero, F., Di Monaco, R., Tappero, R., Cavanna, A., 2007. Skeletal muscle mass, fat mass, and hip bone mineral density in elderly women with hip fracture. *J Bone Miner Metab*, 25:237–242
- Ding, J., Kritchevsky, S.B., Newman A.B., Taaffe, D.R., Nicklas, B.J., Visser, M., Lee, J.S., Nevitt, M., Tyllavsky, F.A., Rubin, S.M., Pahor, M., Harris, T.B., 2007. Effects of birth cohort and age on body composition in a simple of community-based elderly. *Am J Clin Nutr*, 85(2):405-410.
- Domínguez, C., García, C., Cachafeiro., 2006. Prevalencia de polifarmacia en mayores de 80 años. *Farmacia de Atención Primaria*, 4:69-73.
- Donini L.M., de Felice M.C., de Bernardini L., Ferrari G., Rosano A., de Medici M Cannela C., 1998. Body weight estimation in the Italian elderly. *J Nutr Health Aging* 2:92-95
- Dupler, T.I., y Tolson, H., 2000. Body composition prediction equations for elderly men. *Gerontol A Biol Sci Med* , 55:M180-M184.
- Elmadfa, I., y Meyer, A.L., 2008. Body composition, changing physiological functions and nutrient requirements of the elderly. *Ann Nutr Metab*, 52:2-5.

- Figueiredo, M.L., Fernández-Berrocal, P., Extremera, N., Queirós, P.S., (2006). Actividad física en la tercera edad: análisis de sus relaciones con la inteligencia emocional percibida y los estilos de respuesta a la depresión. ISSN: 1134-7937, 12:293-303.
- Fink, B., Manning, J.T., Neave, N., 2006. The 2 nd-4th digit ratio (2D:4D) and neck circumference: implications for risk factors in coronary heart disease. *Int J Obes* 30: 711-714.
- Forrest, K.Y., Zmuda, J.M., Cauley, A.J., 2007. Patterns and correlates of muscle strength loss in older women. *J Gerontology*,53:140-147.
- García-Peña MC 2009. En “*Memorias del Foro nacional Las políticas de Población en México. Debates y Propuestas para el Programa Nacional de Población 2008-2012*”
- Galindo-Villa, M.G., y Balderas, E., 2004. La evaluación neuropsicológica del anciano. *Salud Mental*, 3: 9-18.
- González, B.H., y Rueda, G.J., 1998. La osteoporosis: un enfoque útil para el clínico de hoy. *Epidemiología y patogénesis. Colombia Médica* 29:2-3.
- Guigoz, Y., Vellas, B.J., Garry, P.J., 1996. Assessing the nutritional status of the elderly. The Mini Nutritional Assessment as part of the geriatric evaluation. *Nutr Rev* , 54: 59-65.
- Guo, S.S., Chumlea, W.C., Cockram, D.B., 1996. Use of statistical methods to estimate body composition. *Am J Clin Nutr.*, 64:428S-35S.
- Granados-Ponce, A.J., Peralta-Pedrero, M.L., Munguía-Miranda, C., López-Carmona, J.M., Ávila-Leyva, A., Rodríguez-Moctezuma, R., 2007. Síntomas depresivos como factor de riesgo para polifarmacia en pacientes mayores de 60 años. *Gac Méd Mex.*, 143 (4): 285-289.
- Gutiérrez, R.J., Serralde, Z.A., Guevara, C.M., 2007. Prevalencia de desnutrición del adulto mayor al ingreso hospitalario. *Nutr Hosp.* 22:702-709.
- Heymsfield, S., Lohman, T., Wang, Z., Going, S.B., 2007. Sun SS y Chumlea C *Métodos Estadísticos en Composición Corporal*. New York, USA: 2da edición.
- Hughes, V.A., Roubenoff, R., Wood, M., Frontera, W.R., Evans, W.J., Fiatarone, M.A., 2004. Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly. *Am J Clin Nutr* , 80:475-482.
- Instituto Nacional de Estadística, G. e. (2005). México y sus Municipios; II Censo de Población y Vivienda. México, D.F.

- Izaola, O., Romá, L., Cabezas, G., Rojo, S., Cuellar, L., Aller, R., 2005. Mini Nutritional Assessment (MNA) como método de evaluación nutricional en pacientes hospitalizados. *Med Interna (Madrid)* , 22: 313-316.
- Jiménez, S.M., Fernández, V.C., Verduga, V.R., Crespo, S.D., 2002. Valores antropométricos en una población institucionalizada muy anciana. *Nutr Hosp.* 5:244-250.
- Jensen, G.L., Friedmann, J.F., Coleman, C.D., Smiciklas-Wright, H., 2001. Screening for hospitalization and nutritional risks among community-dwelling older. *Am J Clin Nutr* , 74:201–205.
- Johnston, A., De Lisio, M., Parise, G., 2007. Resistance training, sarcopenia and the mitochondrial theory of aging. *Appl Physiol Nutr. Metab* 33: 191–199.
- Jung M.,Y., Chan M.S., Chow V.S.F., Chann Y.T.T., Leung P.F., Leung E.M.F., Lau T.Y., Man C.W., Lau JTF., Wong E.M.C. 2004. Estimating geriatric patient's body weight using the knee height caliper and mid-arm circumference in Hong Kong Chinese. *Asia Pac J Clin Nutr* 13:261-264
- Kallman, D.A., Plato, C.C., Tobin, J.D., 1994. The role of muscle loss in the age-related decline of grip strength: cross sectional and longitudinal perspectives. *J Gerontology*, 45:M82-M88.
- Kuczmarski R.J., 1989. Need for body composition information in elderly subjects. *Am J Clin Nutr*, 50:1150-1157.
- Laakso, M., Matilainen, V., Keinänen, S., 2002. Association of neck circumference with insulin resistance-related factors. *J of Obesity.* 26: 873-875.
- Lazcano, B.G., y Rodríguez, R., (2007) *Nutrición. Práctica de la Geriatría.* 2005 2da ed. Mc Graw Hill Interamericana pp209-229
- Lipschitz, D., 1997. *Nutrition. Geriatric Medicine*, Cassel C, Cohen H, Meier D, Resnick N, Rubenstein L, 1997, 3a ed, Springer, New York pp 801-813.
- Lee, C.C., Glickman, S.G., Donald, R., Brown, D., Supiano, M.A., 2005. Abdominal adiposity assessed by dual energy X-ray absorptiometry provides a sex-independent predictor of insulin sensitivity in older adults. *J Gerontology* , 60A, 7: 872–877.
- Lee, R.D., y Nieman, D.C., 2007. Anthropometry. En *Nutritional Assessment* (pág. 170). New York, USA: 4 ed.
- Lohman T.G., Roche A.F., Martorell R., 1988. *Anthropometric standarization reference manual.* Estados Unidos de América

- Lorefält, B., Ganowiak, W., Palahagen, S., Toss, G., Unosson, M., Granérus, A. K., 2004. Factors of importance for weight loss in elderly patients with Parkinson's disease. *Acta Neurol Scand* , 110: 180–187.
- Martínez, C., Pérez, V.T., Carballo, M., Larrondo, V., 2005. Polifarmacia en adultos mayores. *Rev cubana Med Gen Integr*, 21:1-8.
- Mazza, A., Zamboni, S., Tikhonoff, V., Schiavon, S., Pessina, A., Casiglia, E., 2007. Body Mass Index and Mortality in Elderly Men and Women from General Population. *Gerontology* , 53:36–45.
- McGee, M., y Jensen, G.J., 2007. Mini Nutritional Assessment (MNA): Research and Practice in the Elderly. *Am J Clin Nutr*, 1:158.
- Mendoza-Nuñez, V.M., Sanchez-Rodríguez, M.A., Cervantes-Sandoval, A., Correa-Muñoz, E., Vargas-Guadarrama, L.A., 2002. Equations for predicting Height for elderly mexican americans are not applicable for elderly mexicans. *Am J of Human Biology* , 14:351.355.
- Mendoza –Parra, S., Manuel, M.J., Barriga, O.A., 2009 Identificación de factores de predicción del incumplimiento terapéutico en adultos mayores hipertensos de una comunidad del sur de Chile. *Rev Panam Salud Pública*, 25: 105-112.
- Metter, E.J., Conwit, R., Jobin, J.D., Fozard, J.L., 1997. Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *J Gerontol A Biol Sci Med*, 52:b267-b276.
- Norton, K., Cater, L., Olds, T., Marfell-Jones, M., 2001. Estándares Internacionales para la Valoración Antropométrica; Sociedad Internacional para el Avance de la Kineantropometría , 1ª ed Australia.
- Ojo, B., y Edwards, B.J., 2003. Frequency of low bone mass in elderly males attending an academic geriatric clinic: a pilot study. *The Aging Male*,6:145–15.
- Olaiz-Fernández G., Rivera-Dommarco, Shamah-Levy T., Rojas R., Villalpando-Hernández S., Hernández-Ávila M., Sepúlveda-Amor J. 2006. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2006
- Oliveira, L., y Fernández, F., 2007. Height and corporal mass measured and predicted through the Chumlea equations in elderly. *J of Fitness and Performance*, 6(3):152-155.
- OMS, 2002a. Keep fit for life: meeting the nutritional needs of older people. Geneva, Switzerland.

- OMS, 2002b. Recuperado el 10 de abril de 2009, de Nutrition for older persons: www.who.int/nutrition/topics/ageing/en/print/html
- OPS, 2008. Parte I. Módulos de valoración clínica, en Módulo 5 Valoración Nutricional del Adulto Mayor.
- Orden, A.B., Torres, M.F., Luis, M.A., Cesani, M.F., Quintero, F.A., Oyhenart, E.E., 2005. Evaluación nutricional en escolares de bajos recursos socioeconómicos en el contexto de la transición nutricional. Arch Argen Pediatr. 103:205-211.
- Prado, C., Carmenate, M.M., Martínez, A.J., Díaz, M.E., Toledo, E.M., 2001. Composición Corporal e hipertensión arterial en ancianos de La Habana, Cuba. Antropo. <http://www.didac.ehu.es/antropo/0/0-2/prado.htm>, 221109, 23:08 hrs.
- Peña-Casanova, Jordi., 1999. Las alteraciones psicológicas y del comportamiento en la enfermedad de Alzheimer. Activemos la mente. Fundación "la Caixa" p36.
- Pollock, M.I., y Jackson, A.S., 1984. Research progress in validation of clinical methods of assessing body composition. Medicine and science in sports and exercise , 16:606-613.
- Ramos, A., Sensio, A., Nuñez, S., Millán, S., 2004. Prevalencia y factores asociados a malnutrición en ancianos hospitalizados. An Med Interna (Madrid), 21:263-268.
- Rossmann, I., 1977. Anatomic and body composition changes with aging. Handbook of the biology of aging. New York: Van Nostrand Reinhold. 189-221.
- Schaap, L.A., Pluijm, S., Deeg, D.J., Visser, M., 2006. Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. The Am J of Medicine 119:526.e9-526.e17.
- Schaefer, A., 1982. Nutrition Policies for the elderly. Am J Clin Nutr 36:819-822
- Seidell, J.C., and Visscher, T.S., 2000. Body weight and weight change and their health implications for the elderly. Eur J Clin Nutr, 54, Suppl 3, S33-S39.
- Tayback, M., Kumanyika, S., Chee, E., 1990. Body weight as a risk factor in the elderly. Arch Int Med, 150:1065-1072.
- Van-Nes, M.C., Herrmann, F.R., Gold, G., Michel, J.P., 2001. Does the Mini Nutritional Assessment predict hospitalization outcomes in older people? Age and Ageing , 30:221-226.

- Wayne, D., 2005. Biostatics A foundation for analysis in the Health Science; en Capítulo 6, Detemination of sample size for estimating means; pag 186-187. 8ava edición. USA.
- Wang, J., Thornton, J., Bari, S., Williamson, B., Gallagher, D., Heymsfield, A.B., Horlick, M., Kotler, D., Laferrère, B., Mayer, L., Pi-Sunyer, F.X., Pierson, R.N., 2003 comparisons of waist circumferences measured at 4 sites. *Am J of Clin Nutr*, 77:379-384.
- Weinbrenner, T., Vioque, J., Barber, X., Asensio, L., 2006. Estimation of height and body mass index from Demi-Spain in elderly individuals. *J of Gerontology*, 52:275-281.
- Woo, J., Hoo, S., 2000. Is waist circumference a useful measure in predicting health outcomes in the elderly? *Int Jf Obes*, 26:1349-1355.
- Woo, J., Suzame, C.H., 2001. Longitudinal Changes in Body Mass Indez and Body composition over 3 years and relationship to health ouctomes in hong Kong chinese age 70 and older. *American Geriatric Society* , 49:737-746.
- Woodrow, G., 2009. Body composition analysis techniques in the age adult: indications and limitations. *Curr Op Clin Nutr Matab Care*, 12:8-14.
- Ostchega, Y., Dillon, C., Prineas, R.J., McDowell, M., Carroll, M., 2006. Tables for the selection of correct blood pressure cuff size based on self-reported height and weight and estimating equations for mid-arm circumference: data from the US National Health and Nutrition Examination Survey. *J of Human Hypertension* . 20: 15–22.
- Zuñiga, E., y García, J., 2008. El envejecimiento demográfico en México. Principales tendencias y características. México

XX ANEXOS

Anexo 1 Mini Nutritional Assessment

Apellidos:..... Nombre:..... Profesión:..... Sexo:..... Fecha:.....
Edad:..... Peso (kg):..... Estatura (cm):..... Altura rodilla (cm):.....

Rellenar el formulario. Cuando tenga el número total de puntos, compárelo con la puntuación indicada de desnutrición.

Valoración antropométrica

- Índice de masa corporal:
 - IMC < 19 = 0 puntos
 - IMC 19 a < 21 = 1 punto
 - IMC 21 a < 23 = 2 puntos
 - IMC > 23 = 3 puntos
- Circunferencia antebrazo (cm) (CA):
 - CA < 21 = 0 puntos
 - CA 21 a 23 = 0,5 puntos
 - CA > 23 = 3 puntos
- Circunferencia de la pantorrilla (cm) (CP):
 - CP < 31 = 0 puntos
 - CP > 31 = 1 punto
- Pérdida de peso durante los últimos 3 meses:
 - Pérdida de peso mayor de 3 kg = 0 puntos
 - No sabe = 1 punto
 - Pérdida de peso entre 1 y 3 kg = 2 puntos
 - Sin pérdida de peso = 3 puntos

Valoración global

- Vive independiente (no en residencia u hospital):
 - No = 0 puntos
 - Sí = 1 punto
- Toma más de tres medicamentos al día:
 - Sí = 0 puntos
 - No = 1 punto
- Ha sufrido un estrés psicológico o una enfermedad:
 - Sí = 0 puntos
 - No = 1 punto
- Movilidad:
 - Tiene que estar en la cama o en una silla = 0 puntos
 - Capaz de levantarse de la cama o silla pero no de salir = 1 punto
 - Puede salir = 2 puntos
- Problemas neuropsicológicos:
 - Demencia o depresión grave = 0 puntos
 - Demencia leve = 1 punto
 - Sin problemas psicológicos = 2 puntos
- Úlceras en la piel o por presión:
 - Sí = 0 puntos
 - No = 1 punto

Valoración dietética

- ¿Cuántas comidas completas toma el paciente al día?:
 - 1 comida = 0 puntos
 - 2 comidas = 1 punto
 - 3 comidas = 3 puntos

- Indicadores seleccionados de la ingesta de proteínas:
¿Al menos un servicio de productos lácteos (leche, queso, yogur) al día? Sí No
¿Dos o más servicios de legumbres o huevos a la semana? Sí No
¿Carne, pescado o pollo cada día?
Sí 0 o 1 sí = 0 puntos
Sí 2 sí = 0,5 puntos
Sí 3 sí = 1 punto
- ¿Consumo dos o más derivados de frutas o verduras al día?:
 - No = 0 puntos
 - Sí = 1 punto
- ¿Ha reducido el consumo alimenticio durante los últimos 3 meses debido a la falta de apetito, problemas digestivos o dificultades al masticar o tragar?:
 - Gran falta de apetito = 0 puntos
 - Falta de apetito moderada = 1 punto
 - Sin falta de apetito = 2 puntos
- ¿Cuánto líquido (agua, zumo, café, té, leche...) consume diariamente? (1 taza = 1/4 de litro):
 - Menos de 3 tazas = 0 puntos
 - De 3 a 5 tazas = 0,5 puntos
 - Más de 5 tazas = 1 punto
- Manera de alimentarse:
 - Incapaz de comer sin ayuda = 0 puntos
 - Se autoalimenta con dificultad = 1 punto
 - Se autoalimenta sin ningún problema = 2 puntos

Valoración subjetiva

- ¿Creen que tiene problemas nutricionales?:
 - Desnutrición importante = 0 puntos
 - No sabe o desnutrición moderada = 1 punto
 - Sin problemas nutricionales = 2 puntos
- Comparándose con gente de su misma edad, ¿cómo consideran su estado de salud?:
 - No tan bueno = 0 puntos
 - No sabe = 0,5 puntos
 - Igual de bueno = 1 punto
 - Mejor = 2 puntos

Valoración total (máximo 30 puntos)

Puntuación indicadora de desnutrición

> 24 puntos	Bien nutrido
de 17 a 23,5 puntos	a riesgo de desnutrición
< 17 puntos	desnutrido